Phys. g. 356 (4

Der
physikalische Jugendfreund

oder

faßliche und unterhaltende Darstellung der Naturlehre, mit der genauesten Beschreibung aller anzustellenden Experimente, der dazu nöthigen Instrumente, und selbst mit Beyfügung vieler belustigenden physikalischen Kunststücke,

von

D. J. H. M. Poppe,

Rath und Professor zu Frankfurt am Mayn.

Vierter Theil.

Mit sechs Kupfertafeln.

Frankfurt am Mayn,
bey Friedrich Wilmans, 1815.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Vorerinnerung.

Mit diesem vierten Theile des Jugendfreundes schließe ich denn, meinem Versprechen zufolge, die eigentliche Experimental-Physik. Da aber das Publikum mein Werkchen so gut aufgenommen hat, da mehrere Jugendlehrer dasselbe bey ihrem Unterricht zu eigner Belehrung mit Nutzen gebrauchten, gebildete Jünglinge und Mädchen es zum Selbstunterricht so gern lasen, und alle kritische Blätter und Journale, die mir zu Gesicht kamen (z. B. die Jenaische und Hallesche Litteraturzeitung, Gutsmuths pädagogische Bibliothek rc.), über mein Unternehmen

und die Art der Ausführung ein so günstiges Urtheil fällten; so habe ich mich, unter Beystimmung meines Herrn Verlegers, entschlossen, noch zwey Theile folgen zu lassen, wovon der nächste die vornehmsten chemischen Lehren, der letzte die Meteorologie in einem eben so populären Gewande, wie die bisherigen Theile, und eben so reichlich ausgestattet, enthalten soll. Schenkt mir Gott ferner Leben und Gesundheit; so entschließe ich mich in der Folge auch wohl dazu, die Astronomie auf eine ähnliche Art in einer Reihe Bändchen für die Jugend auszuarbeiten.

Frankfurt a. M. im Januar 1815.

D. J. H. M. Poppe.

Inhalt.

Seite

Neun und vierzigstes Kapitel. Von den Bestandtheilen der Luft und des Wassers . . . 3

Funfzigstes Kapitel. Von den Luft- oder Gasarten 17

Ein und funfzigstes Kapitel. Von der Elektricität im Allgemeinen 55

Zwey und funfzigstes Kapitel. Die Elektrisirmaschinen und Conduktoren 62

Drey und funfzigstes Kapitel. Vom elektrischen Anziehen und Abstoßen und von einigen darauf sich gründenden elektrischen Spielwerken . . . 76

Seite

Vier und funfzigstes Kapitel. Vom Ausströmen der elektrischen Materie aus Spitzen, Ecken u. d. gl. 85

Fünf und funfzigstes Kapitel. Von den entgegengesetzten Elektricitäten 90

Sechs und funfzigstes Kapitel. Die Theorie der Elektricität 102

Sieben und funfzigstes Kapitel. Die Franklinsche Tafel, die Kleistische Flasche und die elektrische Batterie mit den Ausladern 113

Acht und funfzigstes Kapitel. Die vornehmsten elektrischen Experimente, besonders diejenigen mit der elektrischen Batterie 133

Neun und funfzigstes Kapitel. Vom Elektrophor und von den elektrischen Lampen . . . 163

Seite

Sechzigstes Kapitel. Von dem Condensator der Elektricität und von den medizinischen Nutzen dieser merkwürdigen Kraft 181

Ein und sechzigstes Kapitel. Vom Galvanismus 186

Zwey und sechzigstes Kapitel. Die vornehmsten Experimente mit der Voltaschen Säule . . 200

Drey und sechzigstes Kapitel. Besondere Wirkungen des Galvanismus auf das organische Leben 211

Vier und sechzigstes Kapitel. Vom Magnetismus 215

Fünf und sechzigstes Kapitel. Einige magnetische Spielwerke 222

Sechs und sechzigstes Kapitel. Von armirten und künstlichen Magneten 230

Seite

Sieben und sechzigstes Kapitel. Die Magnetnadel 239

Acht und sechzigstes Kapitel. Vom Indifferenzpunkte und der Theorie des Magnetismus . . 250

Neun und sechzigstes Kapitel. Noch einige belustigende physikalische Kunststücke 255

Der
physikalische Jugendfreund.

Vierter Theil.

Neun und vierzigstes Kapitel.

Von den Bestandtheilen der Luft und des Wassers.

In der nächsten Stunde sah Ferdinand einige Gläser mit Flüssigkeit n auf dem Tische. Herr Waltersdorf kehrte sie um, damit der gläserne Stopfen etwas benetzt wurde, und ließ Ferdinand an die Stopfen lecken. Ferdinand verzog den Mund, und erklärte, daß die an den Stopfen hängende Flüssigkeit von saurem beißendem Geschmack sey. Nun brachte Herr Waltersdorf einen blauen Liquor

herbey, auch mehrere Streifen blau und violett gefärbtes Papier. So wie Herr Waltersdorf in den blauen Liquor, welches theils blaue Lakmustinktur, theils blauer Veilchensaft war, einige Tropfen von obiger Flüssigkeit fallen ließ, so wurde die blaue Farbe des Liquors in das schönste Roth verwandelt. Dieselbe Verwandlung geschah mit der blauen Farbe der Papierstreifen, die er in jene Flüssigkeit tunkte.

Solche Flüssigkeiten, sagte hierauf Herr Waltersdorf, welche einen sauren Geschmack haben, welche den Veilchensaft, die Lakmustinktur und andere blaue Pflanzensäfte roth färben, und außerdem noch die Kraft besitzen, Metalle und Erden aufzulösen, sich selbst aber leicht mit Wasser vermischen lassen, werden Säuren genannt. Dahin gehören z. B. die Salpetersäure, welche mit Wasser verdünnt, Scheidewasser heißt, die Schwefelsäure oder Vitriolsäure, die Salzsäure ꝛc. Einige Säuren existiren auch in fester Gestalt, wie z. B. die Sauerkleesäure,

die Phosphorsäure ꝛc. Diese zeigen in der Hauptsache dieselben Eigenschaften, wie die flüssigen Säuren.

Der Chemiker oder Scheidekünstler bereitet die Säuren; er versteht es, manche Säure aus andern Körpern herauszuziehen, z. B. die Schwefelsäure aus Schwefel oder aus Vitriol, die Salpetersäure aus dem Salpeter; manche Säure aber auch aus andern Stoffen zusammenzusetzen, z. B. die Phosphorsäure durch das Verbrennen des Phosphors (einer gewissen aus dem Urine oder aus thierischen Knochen fabricirten zähen, blaßgelben, sehr leicht entzündbaren, im Dunkeln leuchtenden Substanz) in einem eingeschlossenen Raume, wobey der Phosphor den Säure machenden Stoff (das Säure erregende Prinzip) aus der Luft zieht.

Herr Waltersdorf nahm jetzt wirklich ein Stück Phosphor, das er vorher auf einer empfindlichen Waage genau gewogen hatte. Er legte es auf das in einem Schälchen befindliche Quecksilber und

stürzte eine gläserne Glocke darüber, dessen innern Raum das Quecksilber am Rande herum ganz sperrte. Nun hielt er eine glühende Kohle von Außen so an die Glocke, daß dadurch der Phosphor inwendig entzündet wurde. Als der Phosphor abgebrannt war und die Glocke erkaltete, da stieg das Quecksilber auf eine für Ferdinand überraschende Art in der Glocke hinauf, so daß beynahe $\frac{1}{4}$ des innern Raums der Glocke davon erfüllt wurde. Herr Waltersdorf nahm jetzt die Glocke ab, und hielt ein Licht in dieselbe hinein Siehe da! das Licht erlöschte augenblicklich. Sorgfältig sammlete er nun die verbrannte Phosphormasse, welche auf dem Quecksilber schwamm. Er wog sie, und sie hatte jetzt mehr an Gewicht, als vor dem Verbrennen. Zuletzt streute er etwas von der Phosphormasse in blaue Lakmustinktur. Diese wurde augenblicklich davon roth gefärbt

Aus allen diesen Erscheinungen zog nun Herr Waltersdorf folgende Schlüsse. In der Glocke

war anfangs Luft von natürlicher Beschaffenheit. Der Phosphor nahm durch das Verbrennen an Gewicht zu, folglich empfing er dadurch etwas. Die Luft begab sich nach dem Verbrennen in einen engern Raum, folglich hatte sie durch das Verbrennen etwas verloren. Was sie also verlor, empfing der Phosphor. Der Phosphor erhielt durch diesen Gewinn die Eigenschaften einer Säure, folglich empfing er aus der Luft einen Säure machenden Stoff oder Sauerstoff (Oxygen). Die Luft war nach ihrem Verlust nicht mehr zum Brennen und Athmen tauglich; sie war also jetzt Stickluft. Hätte man, fuhr Herr Waltersdorf fort, anfangs auch die Luft in der Glocke gewogen, und nachher wieder die übrig gebliebene Stickluft, so würde man gefunden haben, daß der Unterschied des Gewichts genau der Gewichtszunahme des Phosphors gleich gewesen wäre.

Die ersten Versuche von dieser Art verdanken wir dem berühmten französischen Chemiker Lavoisier.

Die übrig gebliebene Stickluft konnte Lavoisier nicht weiter in verschiedenartige Stoffe zerlegen. Er nahm also an, sie sey Stickstoff (ein eigenthümlicher Ersticken erregender Stoff) in Verbindung mit Wärmestoffe. Der Wärmestoff mache jenen Stoff eigentlich luftförmig. — Aus solchen oft wiederholten Experimenten fand man denn, daß unsere atmosphärische Luft aus Sauerstoff und einem beynahe fünffachen Antheil Stickstoff bestehe, daß nämlich 100 Theile atmosphärischer Luft zusammengesetzt sind aus 21 Theilen Sauerstoff und 79 Theilen Stickstoff. Darunter ist aber gewöhnlich noch $\frac{1}{100}$ Kohlenstoff enthalten.

Also nur der geringste Theil unserer Luft, nämlich der Sauerstoff, ist zum Brennen und Athmen tauglich, ist, wie man zu sagen pflegt, respirabel. Wenn wir Luft schöpfen, so behalten wir nur den Sauerstoff bey uns und setzen ihn an's Geblüte ab; den Stickstoff hauchen wir immer wieder aus. Für

die ungeheure Menge des zum Athmen, Brennen etc. in jedem Augenblick verbrauchten Sauerstoffs ist die Natur stets beschäftigt, neuen zu entwickeln und unaufhörlich in der Atmosphäre zu verbreiten.

Setzt man Wein, Bier und manche ähnliche Materie in die freye Luft, so werden diese Dinge nach und nach sauer, weil sie sich aus der Atmosphäre immer mehr mit Sauerstoff sättigen. Schmelzt man eine Quantität Bley, die man genau gewogen hat, so überzieht sie sich mit einer graulich weißen kalkigten Haut. Nimmt man diese ab, so kommt bald eine neue Haut zum Vorschein, die man abermals abstreifen kann. Und so läßt sich nach und nach die ganze Menge Bley in einen Kalk (Bleykalk, Bleyoxyd) verwandeln. Dieser Kalk wiegt nun wieder mehr, als vorher das metallische Bley wog, und zwar deswegen, weil das Bley im glühenden Zustande sich mit dem Sauerstoffe der atmosphärischen Luft verbunden hatte.

So entsteht auch die Verkalkung (Oxydation) des Zinns, Quecksilbers, Eisens ꝛc. dadurch, daß diese Metalle in der Hitze den Sauerstoff der atmosphärischen Luft an sich ziehen. So entsteht außer dem Bleyweiße das Bleygelb oder der Massicot, die rothe Mennige, der rothe Quecksilberkalk, der Eisenmohr ꝛc. Wenn man den Kalk sorgfältig beysammen hält, so findet man immer, daß er so viel an Gewicht zugenommen hat, als das Gewicht des verzehrten Theils der atmosphärischen Luft beträgt. Das rothe Quecksilberoxyd wiegt gegen 8 Procent mehr, als vorher im metallischen Zustande. Die schönen Farben des Bley- und Quecksilberkalks kommen blos durch gewisse Grade von Glühhitze zum Vorschein.

Manche Metalle, wie Arsenik und Braunstein verkalken oder oxydiren sich schon bey der gewöhnlichen Temperatur, wenn sie der Luft ausgesetzt werden; manche oxydiren sehr leicht in einer feuchten Luft oder durch Benetzung

mit Wasser, wie Eisen und Kupfer, deren Oxyd unter den Namen Eisenrost oder Eisensafran und Grünspan bekannt ist.

Trennt man den Sauerstoff wieder von den Metallkalken, bey einigen schon durch bloßes Glühen (wo der Sauerstoff sich mit dem Wärmestoffe verbindet und mit diesem davon fliegt), bey andern durch einen Zusatz, mit welchem der Sauerstoff eine nähere Verwandschaft hat, als mit dem Metalle, so wird das Metall wieder in seinen natürlichen Zustand versetzt, es wird, wie man sagt, hergestellt, reducirt, oder desoxydirt. Beym Gold- Silber- Platin- und Quecksilberoxyd reicht die bloße Erhizzung hin, um den Sauerstoff von den Metalltheilchen zu trennen, weil er sich bey den edlen Metallen nur schwach an die Theilchen hängt. Bley- Zinn- Zink- Kupfer- Eisenoxyd ꝛc. aber muß man erst mit Kohlenpulver vermischen und es dann der gehörigen Glühhitze aussetzen, ehe das Metall wieder in seinen na-

türlichen Zustand kommt. Der Sauerstoff fliegt dann, mit dem Wärmestoffe vereinigt, als eine sehr schöne athembare Luft, Sauerstoffluft, Sauerstoffgas, reine Lebensluft, dephlogisticirte Luft genannt, davon.

Jetzt holte Herr Waltersdorf eine Vorrichtung wie Fig. 1. Taf. I. herbey. Diese bestand aus einem reinen glatten Flintenlaufe d, an dessen einem Ende eine gekrümmte Röhre e, an dem andern das Röhrenstück c (alles von Metall) durch Schrauben befestigt war. An das Röhrenstück c hatte er die metallene Röhre b mit dem ebenfalls metallenen Gefäße a genau und fest angebracht. In a befand sich Wasser, das er vorher genau gewogen hatte, in d war blanker ebenfalls genau gewogener Eisendraht gesteckt und e war unter Wasser geleitet, so daß die Mündung dieser Röhre noch $\frac{1}{2}$ Zoll tief unter Wasser stand. Nun wurde d in einen kleinen besonders gebauten Ofen gelegt und mit Kohlen umschüttet, a

aber wurde auf eine Kohlenpfanne gestellt. Darauf wurde d glühend gemacht und a so stark erhitzt, daß das darin befindliche Wasser sich in Dämpfe verwandeln mußte. Diese Dämpfe fanden über a weder in b, noch in c einen Ausgang in die freye Luft; sie konnten blos durch den glühenden Flintenlauf d gehen. Aber aus der Mündung der Röhre e kamen sie nicht wieder als Dämpfe heraus; es stiegen aus dieser Mündung blos Luftblasen im Wasser auf, die sich durch ein brennendes Licht mit einer leichten Explosion entzünden ließen. Als bey fortwährender Erhitzung des Gefäßes a und des Flintenlaufs d keine Luftblasen mehr kamen, ließ Herr Waltersdorf den Apparat abkühlen und nahm ihn darauf auseinander. In dem Gefäße a war kein Tropfen Wasser mehr; der im Flintenlaufe d gelegene Draht aber war auf der Oberfläche verkalkt, und wog jetzt mehr wie vorher im blanken Zustande.

Aus diesem Versuche, fuhr Herr Waltersdorf

fort, können wir folgende interessante Schlüsse ziehen. Das in Dämpfe verwandelte Wasser blieb kein Wasser oder auch kein Dampf mehr, als es in den glühenden Flintenlauf kam; es wurde in seine einfachen Bestandtheile zerlegt. Der glühende Draht hatte davon den Sauerstoff an sich gezogen; und da zu der Mündung der Röhre e blos brennbare Luft hervor kam, so war der andere Bestandtheil des Wassers Grundstoff der brennbaren Luft, der mit dem Wärmestoffe die brennbare Luft selbst bildete. Dieser Grundstoff der brennbaren Luft wird gewöhnlich Wasserstoff (Hydrogen) genannt. Bringt man die Röhre e unter den Trichter der pneumatischen Wanne (welche im nächsten Kapitel beschrieben wird), und setzt man eine (nach Th. II. S. 63 f.) mit Wasser gefüllte gläserne Glocke über die Oeffnung des Trichters, so kann man die brennbare Luft, welche aus der Zersetzung des Wassers entsteht, ordentlich auffangen und den Entzündungsversuch durch

ein unter die Glocke gehaltenes Licht noch besser anstellen. Hat man das Wasser in a, welches hernach in Dämpfe verwandelt und zersetzt werden soll, genau gewogen, so muß die Gewichtszunahme des verkalkten Eisens und das Gewicht der erhaltenen brennbaren Luft genau jenem Gewicht des Wassers gleich seyn.

Auch dies hat Lavoisier zuerst durch akkurate Versuche erwiesen, nachdem ihn der berühmte englische Physiker Priestley dazu den Weg gezeigt hatte. Nach Lavoisier's Versuchen sind 100 Gran Wasser aus 85 Gran Sauerstoff und 15 Gran Wasserstoff zusammengesetzt. In der Folge fanden Cavendish und Lavoisier sogar Mittel, Wasser aus Sauerstoff und Wasserstoff wirklich zu bilden, indem sie beyde Stoffe in luftförmiger Gestalt gewaltsam verbrannten. Einzeln oder getrennt existirt weder der Sauerstoff, noch der Wasserstoff; ihre einfachste Verbindung ist immer mit dem Wärmestoffe, als Luftart.

Also nur im glühenden Zustande oder auch in einem Zustande, der dem Glühen nahe vorangeht, ist das Eisen zur Zersetzung des Wassers geschickt. Warmes oder heißes Eisen verwandelt das Wasser blos in Dämpfe, die eigentlich noch Wasser sind, welches der Wärmestoff fein zertheilt und mit sich fortgerissen hat. Wenn nämlich die Dämpfe erkalten, so rücken die Wassertheilchen wieder nahe zusammen und bilden sich wieder zu soliden Tropfen (Th. III. S. 64 f.). Tröpfelt man Wasser in einen heiß gemachten blanken eisernen Löffel, so werden die Tropfen platt und verdampfen allmälig. Sprengt man es aber in einen solchen glühend gemachten Löffel, so rollen darin die Wassertropfen kugelrund (beynahe wie Quecksilberkügelchen) herum, werden immer kleiner und kleiner, und verschwinden endlich. Alsdann war nämlich das Wasser allmälig zersetzt worden; den Sauerstoff desselben riß das glühende Eisen an sich, der Wasserstoff aber ging in unsichtbarer Gestalt

als brennbare Luft davon. — Ein Glück für uns ist es, daß das Wasser nicht durch brennendes Holz oder durch glühende Kohlen zersetzt wird. Wir würden es sonst gar nicht zur Feuerlöschung gebrauchen können!

Funfzigstes Kapitel.

Von den Luft- oder Gasarten.

In der folgenden Stunde sah Ferdinand zuerst eine ovale mit Oehlfarbe angestrichene blechene Wanne Fig. 6. Taf. I, welche Herr Waltersdorf pneumatische Wanne oder Gaswanne nannte. Diese Wanne, welche auch aus Kupfer oder aus Holz gemacht seyn kann, sollte zum Auffangen aller der unsichtbaren permanent elastischen Flüssigkeiten

dienen, welche den Namen Luft= oder Gasarten führen, wie z. B. der (schon im vorigen Kapitel erwähnten) reinen Lebensluft und brennbaren Luft. Ihr wesentlichster Theil ist ein Traggesims c, hin und wieder mit Löchern, welche unten mit kleinen Trichtern versehen sind. Die Wanne wird so weit mit Wasser gefüllt, daß dieses noch einige Linien hoch über das Gesims tritt, damit die mit Wasser gefüllten darauf gesetzten Glasglocken, Bouteillen oder andere Gefäße an ihrer Mündung gesperrt werden können. Der Hahn d unten an der Wanne dient zum Ablassen des Wassers.

Hat man nun über einer Oeffnung des Gesimses ein ganz mit Wasser gefülltes Gefäß so stehen, daß die Mündung desselben genau über jene Oeffnung kommt, so kann man irgend eine Luftart auf folgende Weise in das Gefäß steigen lassen. Man bringt die Mündung der mit der Luftart gefüllten Flasche unter den Trichter des Gesimses, über welchem jenes Ge=

fäß steht, und neigt die Flasche horizontal oder so, daß sie in eine beynahe horizontale Lage kommt. Die Luft geht dann aus der Flasche heraus und drängt sich als große Blasen in das auf dem Gesimse stehende Gefäß. So wie die Luft darin steigt, muß das Wasser darin sinken. Man läßt aber immer gern noch etwas Wasser in dem Gefäße, damit die aufgefangene Luft von Innen und von Außen durch Wasser gesperrt ist.

Herr Waltersdorf that jetzt rothen Quecksilberkalk in eine wie a Fig. 6. gestaltete gläserne Retorte. An den Hals derselben kittete er eine gekrümmte Röhre b luftdicht ein. Diese Röhre war so eingerichtet, daß sie bequem unter die Trichter des Gesimses c der Wanne reichte, damit sie das aus ihr emporsteigende Gas bequem dem über einem Trichter stehenden Gefäße zuführen konnte. Die Retorte versah er mit einem beynahe fingerdicken Ueberzuge, aus Lehm, etwas klaren Kälberhaaren, Hammerschlag

und Rindsblut bereitet. Der Gleichförmigkeit wegen trug er den Ueberzug in mehreren Lagen mit einem Pinsel auf. Nun brachte er die Retorte so in die Kohlen eines Ofens, daß das eingekittete Rohr bequem in die vorgesetzte auf die erwähnte Art mit Wasser gefüllte Wanne unter einen Trichter geleitet werden konnte, über welchem auf dem Gesimse schon ein mit Wasser gefülltes Gefäß bereit stand. Er fing darauf an, die Retorte nur mit wenigen glühenden Kohlen zu erhitzen. Als sie aber völlig durchwärmt war, legte er nach und nach immer etwas mehr Kohlen zu, bis er sie völlig damit umgeben und im vollkommen glühenden Zustand versetzt hatte. Schon bey dem ersten mäßigen Feuer traten Luftblasen aus der Röhre unter dem Wasser hervor. Diese bestanden aber blos aus der atmosphärischen Luft, welche sich noch in der Röhre und in der Retorte befand. Nachher aber, wie alles in den vollkommen glühenden Zustand gekommen war, erschien die reine Lebensluft

oder das Sauerstoffgas. Dies Gas war daran sehr kenntlich, daß darin ein glimmender Spahn, oder ein glimmendes Stück zusammengedrehtes Papier in eine glänzende sehr lebhafte Flamme ausbrach. Herr Waltersdorf hatte deswegen einige kleine mit Wasser gefüllte Gläser bey der Hand, in welche er die zuerst übergehende Luft auffing, um sie mit dem glimmenden Spahn zu prüfen. Erst als er das Daseyn der reinen Lebensluft erkannte, nahm er eine ordentliche mit Wasser gefüllte Glasglocke zum Auffangen der Luft.

Wohlfeiler und in größerer Quantität erhielt nachgehends Herr Waltersdorf das Sauerstoffgas aus fein gepülvertem Braunsteinkalk, den er in eine große irdene Retorte that. Auch diese versah er mit einem Ueberzuge und kittete ein aus Messingblech verfertigtes Leitungsrohr b daran. Im Uebrigen verfuhr er mit dem Erwärmen, Glühen ꝛc. wie bey dem vorhergehenden Versuche mit dem Queck-

silberoxyd. Er fing das Sauerstoffgas in Glasbouteillen auf, die mit Wasser gefüllt waren. In den Bouteillen ließ er immer einen kleinen Theil Wasser, verstopfte sie recht gut unter Wasser und setzte sie umgekehrt in Gefäße mit Wasser, damit das Gas durchaus nicht durch atmosphärische Luft vermischt werden konnte.

Bey der ersten Gewinnungsart der Luft aus dem Quecksilberkalke sah Ferdinand zugleich, wie das Quecksilber durch den Verlust des Sauerstoffs völlig desoxydirt wurde oder in seiner vollkommenen metallischen Gestalt hervortrat. So wie aber das Sauerstoffgas erschien, verdampfte auch das metallisch gewordene Quecksilber. Indessen verdickten sich die Quecksilberdämpfe in kälterer Temperatur wieder zu flüssigem Metall und sammleten sich in der vorgesetzten Wanne an. — Herr Waltersdorf bemerkte bey dieser Gelegenheit, daß man zu dem eben beschriebenen Versuche eigentlich kein Ge-

räth wählen sollte, das mit Bley oder Zinn ausgelegt wäre, weil sich sonst das Quecksilber (nach Th. I. S. 62. 68.) damit amalgamiren würde. Damit das Quecksilber einen vollkommen freyen Austritt habe, sollte das Leitungsrohr eigentlich mit einer Glashülse versehen seyn, von der Weite, daß man sie leicht über den Hals der Retorte hinschieben und darauf luftdicht verkitten könnte. Auf diese Glashülse würde dann das Quecksilber fallen.

Auch aus dem Salpeter, aus den Dämpfen der Salpetersäure, die man durch ein glühendes irdenes Pfeifenrohr gehen läßt, sogar aus frischen Pflanzen am Tageslichte, vornehmlich aus den grünen Blättern derselben, so wie aus unreifen Saamen und Früchten, sagte Herr Waltersdorf, kann man das Sauerstoffgas gewinnen. Da wir aber schon über ein Dutzend Flaschen voll bereitet haben, so wollen wir uns mit diesen behelfen, und folgende Versuche damit anstellen.

Zuerst öffnete Herr Waltersdorf eine mit Sauerstoffgas gefüllte Flasche, und hielt schnell nach einander einen blos glimmenden Docht, ein blos glimmendes Stück Zunderschwamm und eine glühende Kohle hinein. Alle diese Sachen brachen nun in eine sehr helle Flamme aus und verbreiteten um sich eine starke Gluth. Denn das Sauerstoffgas ist ja die Luft, welche den Proceß des Verbrennens am vollkommensten und schnellsten unterhält. Schwefel, Phosphor und Kampher verbrennen in reiner Lebensluft mit außerordentlichen Glanze, den kaum das Auge ertragen kann.

Herr Waltersdorf füllte in der pneumatischen Wanne eine gewöhnliche Maaßbouteille von weißem Glase mit dieser Luft. (Daß man die Flaschen, welche die Luft enthalten, unter Wasser öffnet, kann man leicht denken.) Auf ein kleines eisernes rechtwinklicht an einen dicken Draht befestigtes Löffelchen legte er ein Stückchen Schwefel

und zündete es an einem brennenden Lichte an. Zwar brannte der Schwefel schon in der atmosphärischen Luft mit einer hübschen blauen Flamme; in der mit Sauerstoffgas gefüllten Bouteille aber, in welche man jenes mit brennendem Schwefel belastete Löffelchen hielt, war das blaue Licht von einem unbeschreiblichen Glanze und von einer außerordentlichen Schönheit.

Jetzt wurde dasselbe Experiment mit Phosphor gemacht. Da aber die beym Brennen des Phosphors erzeugte Hitze sehr groß ist, so füllte Herr Waltersdorf ein mehr kugelartiges Gefäß mit dem Sauerstoffgase. Ehe die Entzündung des Phosphors geschah, hielt er dieses Gefäß mit einem Kork verstopft. Nun legte er auf jenes Löffelchen ein Stück Phosphor, ohngefähr wie eine Erbse groß, das er vorher mit etwas Fließpapier abgetrocknet hatte. Er zündete es am Lichte an, und brachte es behutsam in die Flasche, etwa in die Mitte ihres

innern Raums. Der Phosphor verbrannte nun mit einem gelblichen Glanze, den das Auge kaum zu ertragen vermochte, und mit einer Temperatur-Erhöhung, welche die Wände der Flasche bis zum Zerspringen erhitzte. — Auch mit Kampher wurde derselbe Versuch gemacht. Der grünliche Glanz, den der brennende Kampher in der reinen Lebensluft verbreitete, war ebenfalls sehr schön.

Ein höchst interessantes Experiment war auch die Schmelzung und Verbrennung einer Uhrfeder in der reinen Lebensluft. Eine mehr hohe als weite mit einem Stöpsel versehene weiße Glasflasche wurde in der pneumatischen Wanne mit Sauerstoffgas gefüllt. An dem Ende eines Stücks Uhrfeder (etwa von der Länge eines Fingers) war ein Stückchen Zunder oder Kork befestigt. Der Zunder oder Kork wurde an einem Lichte entzündet und so mit der Uhrfeder in die Flasche hinunter geführt. Zunder oder Kork brach sogleich mit einer schwachen

Explosion in Flamme aus, und versetzte das untere Ende der Uhrfeder erst in den glühenden Zustand, bald darauf aber unter heftigem Feuersprühen in Brand. Dabey entstanden kleine zusammengeschmolzene Stahlkügelchen, die bald mit Geräusch herabfielen. Die noch übrige Uhrfeder erhielt dadurch zur Verbrennung gleichsam wieder neue Kraft, und dies dauerte so lange fort, bis das Sauerstoffgas in der Flasche gänzlich verzehrt war. Die herabfallenden geschmolzenen und glühenden Stahlkügelchen könnten leicht die Flasche zersprengen. Deswegen wurde auf dem Boden des Gefäßes etwas Wasser gelassen. So wurden die Kügelchen gleich abgelöscht, wenn sie herunterfielen. Statt der Feder konnte man auch jeden nicht gar zu dicken Eisendraht anwenden.

Leitet man, fuhr Herr Waltersdorf in der Unterhaltung fort, einen Strom Sauerstoffgas mittelst eines Löthrohrs auf die Flamme eines Lichts, so entsteht eine Hitze, die derjenigen, welche man

durch große Brennspiegel oder Brenngläser hervorbringt (Th. III. S. 160 f.) gleich ist, eine Hitze, wodurch selbst der Diamant verflüchtigt werden kann. Ueberhaupt befördert das Sauerstoffgas das Verbrennen und Athmen in einem sehr hohen Grade. Ein Licht brennt und ein Thier athmet darin 6 bis 7 mal länger, als in einem gleich großen Raume voll atmosphärischer Luft. Um sich hiervon vollkommen zu überzeugen, befestigte Herr Waltersdorf zwey aufrecht stehende Drahtspitzen jede an einer Bleyscheibe, um ihnen einen festen Stand zu geben, und stellte sie dann jede für sich auf einen Teller. Auf die Spitzen steckte er gleich große Stückchen Wachslicht. Nun füllte er zwey gleich große Glascylinder, den einen mit Sauerstoffgas, den andern mit atmosphärischer Luft. Den erstern bedeckte er unter dem Wasser mit einer Pappscheibe, um nicht nöthig zu haben, ihn frey in der atmosphärischen Luft aus dem Wasser zu heben. Er stürzte darauf zu gleicher Zeit die Cy-

linder über die beyden brennenden Wachslichter. Was geschah? Das Licht im Sauerstoffgase brannte nicht blos viel heller, als das Licht in der atmosphärischen Luft, sondern auch die Zeit, binnen welcher das Brennen der Lichter unterhalten wurde, dauerte im Sauerstoffgase über 6 mal länger, als in der atmosphärischen Luft. In demselben Verhältnisse verzehrten sich aber auch die Lichter in den beyden Luftarten.

Eben so, wie ein Licht in der reinen Lebensluft länger brennt, als in der atmosphärischen Luft, lebt auch ein Thier, z. B. ein Vogel oder der Mensch selbst länger darin. Aber wahrscheinlich wird auch seine ganze Lebensthätigkeit in demselben Verhältniß eher verzehrt, als ein Licht schneller darin verbrennen würde, wenn es in stets erneuerten Sauerstoffgase leben sollte. Es ist also zur Verlängerung unsers Lebens eine sehr weise Einrichtung, daß wir keine reine Lebensluft zu athmen haben, wodurch wir uns allerdings behaglicher fühlen würden.

Da die reine Lebensluft das Athmen so sehr befördert, so kann man sie auch zur Wiederbelebung der Scheintodten mit vielem Nutzen anwenden. Man braucht nur ein Loch in den Boden einer mit Sauerstoffgas gefüllten Bouteille zu schlagen und die Luft durch dieses Loch aus der Bouteille in eine schlaffe zusammengedrückte Blase hineinzublasen, woran eine Röhre mit einem Hahn sitzt. Aus dieser Blase kann man sie durch Drücken in den Mund des Verunglückten bringen, während man ihm die Nase zuhält. Da aber dann die verdorbene Luft in der Lunge des Kranken zurückbleibt, so hat ein geschickter Arzt, Gorcy zu Neubreisach, einen Doppelblasebalg erfunden, welcher gleich hinter einander Sauerstoffgas in die Lunge des Kranken bläst, die verdorbene Luft aus der Lunge herauszieht und in die freye Atmosphäre jagt. Dies alles bewirkt man durch Blasenventile (wie in der Luftpumpe Th. II. S. 115.), wovon einige sich hineinwärts in

den Blasebalg, andere sich herauswärts öffnen. Die eine Hälfte dieses Doppelblasebalgs dient zur Aufnahme und weitern Fortschickung des Sauerstoffgases, die andere zur Aufnahme und Herausführung der aus der Lunge gezogenen verdorbenen Luft.

Menschen, die eine Zeitlang in schädlicher Luft (z. B. in Gruben, Brunnen, Kloaken ꝛc.) sich aufhalten müssen, könnte man, mit großen Nutzen, zum Athmen Sauerstoffgas in einem Behältnisse mitgeben. Bedenkt man, daß der Mensch in einer Stunde 25 Kubikfuß atmosphärische Luft zum Athmen nöthig hat, so brauchte er eine 6 mal geringere Quantität reine Lebensluft dazu. Letztere müßte aber in Luftsäcken von einer biegsamen elastischen Materie befindlich seyn, damit nach fortdauernder allmäliger Verdünnung, die Ausleerung durch den Druck der äußern atmosphärischen Luft befördert würde. Dazu dienten nun am besten Säcke von Wachstaffet, fein zusammengenäht und über den Nähten mit einem Firniß

bestrichen aus in Naphta aufgelöstem Federharz bereitet. Damit die Säcke nicht zu Schaden kommen, müßte man sie in blechenen Kasten einschließen.

Will man nur kurze Zeit in einem mit schädlicher Luft erfüllten Raume bleiben, so kann man sehr gut sich mit Girtanners Respirationsinstrumente behelfen. Eine genau an das Gesicht anschließende, mit feinem wollenen Zeuge ausgefütterte Maske bedeckt Mund und Nase und hat in der Mitte eine Röhre, an deren äußerm Ende ein nach Innen sich öffnendes Ventil befindlich ist. Nicht ganz am Ende der Röhre geht von derselben ein kleines Rohr in die Höhe, welches ein nach Außen sich öffnendes Ventil hat. Ruht das Instrument, so sind beyde Klappen genau verschlossen. Setzt man aber die Maske an, und holt Athem, d. h. saugt man, so öffnet sich das erste Ventil, welches nach Innen aufgeht. Stößt man aber den Athem von sich, so wird das erste Ventil geschlossen und das andere auswärts gehende

des kleinen Rohrs öffnet sich. Durch dieses geht dann die ausgeathmete Luft in die freye Atmosphäre. Wenn man nun mit dem einen saugenden Ende der Röhre eine Blase voll Lebensluft verbindet, so kann man diese einathmen, ohne daß die ausgeathmete Luft in die Blase zurück kommt. Die ausgeathmete verdorbene Luft geht immer durch das kleine Rohr hinweg.

Man hat gewisse Substanzen, welche das ganze in einem Theile atmosphärischer Luft befindliche Sauerstoffgas verzehren, die Stickluft aber zurücklassen. Diese Substanzen (wie Phosphor, Salpetergas, Schwefelkali ꝛc.) nennt man eudiometrische Substanzen. Sie dienen zu Werkzeugen, womit man den Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft prüft, und welche Eudiometer, Sauerstoffmesser heißen. Wenn nämlich die eudiometrische Substanz den Sauerstoff der zu prüfenden Luft ver-

zehrt hat, so braucht man nur das Ueberbleibsel durch Maaß oder Gewicht zu bestimmen.

Unter den vielen Arten von Eudiometern, welche es giebt, ist das Humboldtsche eins der bequemsten und sichersten. Es besteht aus einer kleinen starken Glaskugel, die in eine etwas ovale Blechbüchse eingekittet ist. An ihr befindet sich zugleich auf der vordern Seite ein eingekittetes in 100 Theile eingetheiltes Glasrohr; an der einen Seite der Blechbüchse aber auch ein kleines Ventil. Beym Gebrauch füllt man das ganze Geräth mit Wasser und wirft ein kleines Stück Phosphor hinein. Alsdann öffnet man das kleine Ventil da behutsam, wo man die atmosphärische Luft prüfen will. Das Wasser fließt nun heraus und an die Stelle desselben tritt Luft in die Glasröhre. Jetzt verschließt man die Mündung der Röhre mit dem Finger, und bringt sie, indem man sie neigt, in die pneumatische Wanne oder in ein mit Wasser gefülltes Glas, so daß die Luft in

die Kugel zum Phosphor treten kann. Man erhitzt die Stelle der Kugel, wo der Phosphor liegt, damit er verbrenne, und nachdem die Kugel sich abgekühlt hat, wendet man das Geräth so, daß die rückständige irrespirable Luft wieder in die Röhre treten muß, um sie an der daran angebrachten Skale zu messen. Je länger diese Luftsäule ist, desto unreiner war die atmosphärische Luft.

Herr Waltersdorf brachte jetzt wieder den Versuch mit dem glühenden Flintenlaufe, in welchem das Wasser zersetzt wurde, und aus der Mündung der Röhre e Fig. 1. Wasserstoffgas, brennbare, entzündbare oder inflamable Luft zum Vorschein kam, in Erinnerung. Er entwickelte darauf diese Luftart in größerer Menge auf folgende Art. In den Kork b einer eignen Entbindungsflasche Fig. 2. Taf. I. befestigte er luftdicht ein zweckmäßig gekrümmtes Rohr, welches sich gut unter den Trichter der pneumatischen Wanne leiten ließ. Die Flasche

hatte bey a noch eine Oeffnung, welche man gleichfalls genau verstopfen und verkitten konnte. Durch diese Oeffnung that er reine Eisenfeile, auch wohl Zinkstücke in die Flasche, goß erst etwas Wasser und in kleinen Portionen sogenanntes Vitriolöhl oder concentrirte Schwefelsäure so lange hinein, bis in der Flasche ein Aufbrausen und eine auffallende Temperaturerhöhung entstand. Nachdem das Rohr unter den Trichtet der pneumatischen Wanne geleitet worden war, wartete er mit dem wirklichen Auffangen des Gases so lange, bis die aus dem Wasser hervorquellenden Luftblasen sich durch ein brennendes Papier oder Licht ohne Explosion entzünden ließen. Alsdann erst füllte er die Aufsammlungsgeräthe mit dem Gase. Die Geräthe verstopfte er auf dieselbe Art unter Wasser, wie bey der reinen Lebensluft. Eben so wurde auch das Wasserstoffgas in den umgekehrten Flaschen unter Wasser aufbewahrt. — Hörte das Aufbrausen und die Entwickelung des

Gases einmal auf, so that Herr Waltersdorf wieder frische Eisenfeile oder Zinkstücke oder nur etwas frisches Vitriolöhl in die Flasche.

Das Wasserstoffgas, fuhr Herr Waltersdorf fort, ist vorzüglich durch seine Entzündbarkeit und Leichtigkeit merkwürdig. Wenn es sich aber mit atmosphärischer Luft oder, noch auffallender, mit reiner Lebensluft vermischt, so entsteht bey der Entzündung immer eine Explosion mit mehr oder weniger starkem Knalle. Eine solche vermischte Luft heißt deswegen auch Knallluft. Das Licht, womit man das Gas entzündet, erlöscht dann jedesmal, weil bey der Entzündung der zum Verbrennen dienende Sauerstoff schnell verzehrt wird.

Aus diesem Grunde kann das Wasserstoffgas das Verbrennen anderer schon entzündeter Körper nicht unterhalten; vielmehr tilgt es die Verbrennung. Herr Waltersdorf füllte, vermöge der bekannten Handgriffe in der pneumatischen Wanne, eine

Flasche mit Wasserstoffgas an. Die Flasche hatte keine gar weite Oeffnung. An einer auf einem Teller stehenden Drahtspitze befestigte er ein Stückchen Wachsstock, so daß die Flamme desselben bis in die Mitte der darüber gestürzten Flasche reichte. Sobald er die mit Wasserstoffgas gefüllte Flasche wirklich über das Licht stürzte, verlöschte dieses; an der Mündung der Flasche aber entzündete sich das Gas. Er ließ eine mit brennbarer Luft gefüllte Flasche auch aufrecht stehen und hielt einen an Draht befestigten brennenden Wachsstock hinein. An der Mündung entzündete sich nun die Luft; im innern Raume der Flasche aber erlöschte das Licht. Er goß bey diesem Experimente zugleich etwas Wasser in die Flasche. Da brannte dann die Flamme an der Mündung so lange fort, bis die ganze Flasche mit Wasser angefüllt war.

Jetzt brachte der unermüdete Lehrer etwas zerstoßenen Zink und verdünnte Salzsäure in ein klei-

nes Fläschchen. Auf die Mündung desselben setzte er ein mit einem Kork versehenes gerades gläsernes oder messingenes Rohr von einem etwa nur 1 Linie großen Durchmesser. Das sich entwickelte aus der Mündung des Rohrs ausströmende Gas berührte er mit einem Lichte. Da fing es sogleich an zu brennen und brannte auch fort. Ueber das brennende Flämmchen hielt er einen etwas langen oben verschlossenen Glascylinder. Dieser wurde nun durch das Hinzuströmen der zum Fortbrennen des Flämmchens nöthigen atmosphärischen Luft so erschüttert, daß ein der Harmonika ähnlicher Klang zum Vorschein kam. Solcher Cylinder hielt Herr Waltersdorf mehrere über das Flämmchen, um seinem Schüler einen Begriff von der sogenannten chemischen Harmonika zu geben. Nach den verschiedenen Durchmessern der Cylinder mußte er das Flämmchen bald hoch, bald niedrig stellen; und so wurde denn die Verschiedenheit der Töne immer deutlich wahrgenommen. Bey der

Anstellung dieser Experimente hatte er nur die Behutsamkeit nöthig, das aus der Röhre ausströmende Gas nicht zu früh zu entzünden, ehe nicht alle in dem Geräth noch steckende atmosphärische Luft entwichen war, weil sonst das Rohr mit starker Explosion herausgeworfen seyn würde. Am rathsamsten war es, das sich entwickelnde Gas vor dem Aufsetzen des Rohrs erst einmal anzuzünden, weil bey einer weitern Oeffnung die Explosion nicht so stark ist, und weil dadurch auf einmal aller vorhandene Sauerstoff verzehrt wird.

Die Explosion zeigt sich immer nur dann, wenn das Wasserstoffgas mit Sauerstoff in Verbindung kommt; sie fällt stärker aus, je mehr Sauerstoff mit der brennbaren Luft in Verbindung kommt. Die stärkste Knallluft, welche man Jahre lang aufbewahren kann, erhält man durch die Vermischung von 1 Theile Sauerstoffgas und 2 Theilen Wasserstoffgas. Eine durch Zusammendrücken von atmosphärischer Luft

möglichst befreyte Schweins = Rinds = oder Pferde=blase braucht man nur an den abgebrochenen Wulst eines Bouteillenhalses zu befestigen, dann diesen Wulst auf das Gesims der pneumatischen Wanne, über einen Trichter zu halten und erst eine Bouteille Wasserstoffgas, dann eine halbe Bouteille Sauerstoff=gas hineinsteigen zu lassen. Ehe man die Blase von der pneumatischen Wanne hinwegnimmt, überbindet man die Blase über dem Wulste fest mit einem Bind=faden, damit die darin befindliche Knallluft nicht wieder herausdringen könne. Nun bindet man den Wulst ab; dafür bindet man die Mündung der Blase fest an das Ende einer mit Schraubenwindungen versehe=nen messingenen Röhre. Diese Röhre ist durch einen Hahn geschlossen.

Auf einem Teller hatte Herr Waltersdorf Seifenwasser so zubereitet, daß man daraus leicht Seifenblasen machen konnte. Er hielt die messingene Röhre jener Blase mit ihrer Mündung in das Seifen=

wasser, öffnete den Hahn und führte die Röhre unter einem leisen Druck der Blase so lange auf dem Teller herum, bis dieser voller Seifenblasen war. (Seifenwasser mit Knallluft gefüllt.) Dann verschloß er den Hahn, hielt die Blase mit der Röhre zur Seite und zündete mit einem Lichte oder mit einem brennenden Fidibus die Seifenblasen an. Die Knallluft verbrannte augenblicklich mit einem außerordentlich heftigen Schlage, der dem stärksten Kanonenschlage gleich zu setzen war. — Dies alles mußte mit gehöriger Vorsicht geschehen. Besonders mußte der Hahn, nachdem eine hinreichende Menge Knallluft in das Seifenwasser hineingedrückt worden war, sogleich wieder verschlossen, und das Licht oder der Fidibus nicht eher an die Seifenblasen gehalten werden, als bis man die Blase mit der brennbaren Luft vom Teller gehörig entfernt hatte. Etlichemal wiederholte Herr Waltersdorf dasselbe Experiment mit gleich großer Wirkung. Je mehr und je größere Seifenblasen

er gemacht hatte, desto stärker war der Schlag von der entzündeten Knallluft.

Das Wasserstoffgas ist, fuhr Herr Waltersdorf fort, die leichteste Luftart, welche es giebt. Es ist mehr wie 12½ mal leichter als die atmosphärische Luft. Deswegen bedient man sich auch des Wasserstoffgases ohngefähr seit 30 Jahren zur Füllung der Luftbälle. Die Luftballons, womit Herr und Madame Blanchard, Garnerin und manche andere so oft in die Höhe stiegen, waren mit brennbarer Luft gefüllt.

Herr Waltersdorf hatte, außer der Blase mit Knallluft, noch eine andere mit bloßem Wasserstoffgas gefüllt. Er tunkte die Mündung der an der Blase befindlichen Röhre so in Seifenwasser, daß ein Tropfen daran sitzen bleiben mußte. Nachdem er die Röhre herausgenommen und den Hahn geöffnet hatte, so drückte er die Blase leise. Da gab es an der Mündung der Röhre eine Seifenblase, die bald sich von

der Röhre trennte und schnell in die Höhe stieg, statt daß die mit atmosphärischer Luft gefüllten Seifenblasen (wie die Kinder sie mittelst eines Strohhalms machen) zur Erde niedersinken. Einige emporsteigende Seifenblasen zündete Herr Waltersdorf in der Luft mit einem darunter gehaltenen Lichte an; sie verbrannten schnell mit einem kleinen Geräusche. Auf dieselbe Art machte er auch einige Seifenblasen von Knallluft. Auch diese stiegen noch empor, aber langsamer. Mit einem Lichte angezündet, verbrannten sie schnell unter Explodiren.

Aus Goldschlägerhäutchen (den dünnen vom Mastdarme der Ochsen abgezogenen, auf besondere Art präparirten, von den Goldschlägern zum Dünnschlagen des Goldes benutzten Häutchen) hatte Herr Waltersdorf einen Ballon gemacht, dessen Durchmesser ohngefähr 1½ Fuß betrug. Er drückte diesen Ballon so zusammen, daß die atmosphärische Luft aus den Falten herauskam, füllte ihn auf ähnliche Art, wie

oben die Schweins- oder Pferdeblase, mit Wasserstoffgas, und band dann seine untere Oeffnung mit einem seidenen Fädchen fest zu. Die überstehenden Enden des Fädchens und des Ballons schnitt er ab. Als er nun den Ballon im Freyen los ließ, stieg er in die Höhe und wurde in der Richtung des Windes fortgetrieben. Bald verschwand er den Augen unserer beyden Zuschauer, zu denen sich noch einige neugierige Nachbarn gesellt hatten.

Nun kann — fuhr Herr Waltersdorf in seiner Belehrung fort — der Ballon so groß gemacht werden, daß er sammt dem angehängten Schiffchen, worin ein Mensch sitzt, oder worin mehrere Menschen sitzen, weniger wiegt als eine Menge atmosphärischer Luft von gleich großem Volumen; alsdann muß er in der Atmosphäre emporsteigen. (Th. II. S. 49. 108.) So sind die Franzosen Charles und Robert den 27sten August 1783 die ersten gewesen, welche an einem großen 26 Pariser Fuß im

Durchmesser haltenden taffetnen überfirnißten, mit Wasserstoffgas gefüllten Ballon in die Lüfte stiegen. Sie hatten bald einige glückliche Nachfolger.

Da die atmosphärische Luft bey zunehmender Höhe immer dünner wird, so kommt der Ballon nach einiger Zeit immer in eine Luftschicht, wo er mit der atmosphärischen Luft gleiches specifisches Gewicht besitzt. Alsdann kann er nicht mehr steigen; er kann dann nur dem Strich des Windes in horizontaler Richtung folgen. Da sich der Ballon nie so verwahren läßt, daß nicht die mindeste atmosphärische Luft in ihn eindringe, so wird er begreiflich nach und nach immer etwas schwerer. Deswegen giebt ihm der Luftschiffer gleich anfangs durch mitgenommenen Ballast mehrere Pfunde Uebergewicht. Diesen Ballast wirft er allmälig heraus, so wie der Ballon anfängt, schwerer zu werden. Um die Maschine willkührlich zum Sinken zu bringen, so hat der Ballon unten in der verschlossenen Füllöffnung ein Ventil, welches man nach

Belieben aufmachen kann, um ihm durch hineingelassene atmosphärische Luft mehr Gewicht zu geben.

Ein so großer Ballon wird immer von Taffet, kugel: oder birnförmig verfertigt. Der ganze Ballon sowohl, als hauptsächlich die Nähte, müssen mit einem elastischen Firniß bestrichen werden, damit keine atmosphärische Luft eindringen könne, und der Ballon doch überall biegsam bleibe. Zu einem solchen Firniß dient trefflich das in Vitrioläther oder Terpentinöhl aufgelöste Federharz (Th. I. S. 84). Ein leichtes Netz umgiebt gewöhnlich den Ballon noch. Die Füllung eines so großen Ballons kann begreiflich nicht in einer pneumatischen Wanne geschehen. Die Anstalten dazu sind ohngefähr folgende:

In ein großes zum Theil in die Erde gelassenes Faß wirft man Eisenfeile, Nägel und andere Eisenstücke. Gießt man nun erst Wasser und dann Vitriolöhl hinzu, so entwickelt sich die brennbare Luft. Diese muß nun in den großen zusammengedrückten

und so viel wie möglich von atmosphärischer Luft befreyten Ballon geleitet werden. Aus den Seiten jenes Fasses gehen vier, sechs und mehr horizontale Röhren heraus, die in eine weitere horizontale Röhre zusammenlaufen. Am Ende hat diese Röhre ein kurzes vertikales Röhrenstück, woran der Ballon mit seiner Mündung befestigt ist. Die in dem Fasse sich entwickelnde Luft dringt nun durch die Röhren in den Ballon und schwellt ihn auf. Ist er hinreichend gefüllt, so wird das Ventil geschlossen, der Ballon von dem Röhrenstücke losgebunden und das Schiffchen daran mit seidenen Schnüren befestigt. — Daß frische Eisenstücke in dem Fasse von Zeit zu Zeit nachgeworfen, Vitriolöhl nachgegossen, und bisweilen mit Stangen in dem Fasse herumgerührt werden müsse, kann man leicht denken.

Je mehr Gewicht die Hülle des Ballons besitzt, desto größer muß der Ballon selbst bey einerley Füllungsart seyn. So weiß man z. B. daß der Durch-

messer eines mit Wasserstoffgas gefüllten in der Luft blos schwebenden Ballons betragen müsse:

		Fuß	Zoll	Linien
aus englischem Seidenpapier	=	0	5	0
= gemeinem Postpapier	=	0	9	2
= französischem Zeichenpapier		1	11	11
= Knittergold = =	=	2	0	10
= englischem Wachstaffet	=	3	0	4
= Kartenpapier = =	=	4	1	6
= verzinntem Eisenblech	=	50	6	7

Macht man nun den Durchmesser der Kugeln etwas größer, als diese Zahlen angeben, so steigt der Ballon in die Höhe. — Man sieht übrigens auch leicht ein, daß es nicht möglich ist, das Wasserstoffgas völlig rein in den Ballon zu bringen. Je mehr es noch mit atmosphärischer Luft vermischt ist, desto mehr weicht es von seiner eigenthümlichen specifischen Leichtigkeit ab.

Das Wasserstoffgas verbindet sich auch mit Schwefel, Phosphor und sogar mit Metallen, und dann stellt es eigne sehr merkwürdige luftförmige Flüssigkeiten dar. In der Verbindung mit Schwefel heißt es Schwefelwasserstoffgas. Dieses Gas riecht wie faule Eyer, ist irrespirabel, unfähig zur Unterhaltung des Verbrennens, aber doch entzündlich. Die Verbindung des Phosphors mit dem Wasserstoffgase stellt die Phosphorluft oder das gephosphorte Wasserstoffgas dar, welches ebenfalls einen Geruch wie faule Eyer hat. Diese Luft zeichnet sich vorzüglich dadurch aus, daß sie sich an der atmosphärischen Luft von selbst entzündet. Die Sternschnuppen und Irrlichter verdanken der Phosphorluft ihr Daseyn. Deswegen finden sie sich auch häufig auf Schlachtfeldern, Kirchhöfen, Schindangern, faulen Sümpfen und moorigten Gründen.

Herr Waltersdorf that jetzt gepülverte Kreide in die Entbindungsflasche Fig. 2. und goß ver-

dünnte Schwefelsäure darauf. Es entstand sogleich ein Aufbrausen in der Flasche und es entwickelte sich eine Luft, worin ein Licht schnell erlöschte, und worin Vögel und andere Thiere mit Zuckungen starben. Diese irrespirable Luftart, sagte Herr Waltersdorf, welche man fixe Luft, mephitische Luft, Kohlensaures Gas nennt, ist in dem Verhältniß wie 3 zu 2 schwerer als atmosphärische Luft. Sie entbindet sich aus allen Körpern, worin Kohlenstoff enthalten ist, vornehmlich aus der weinigten Gährung, so wie aus allen kalk- und laugenartigen Körpern, mit Hülfe von Säuren, durch Hitze u. s. w. Von Natur trifft man sie häufig in Gruben, Höhlen, Brunnen und in andern Orten an, wo kein Luftzug statt findet. In der berühmten Hundsgrotte bey Neapel befindet sich auf dem Boden stets eine 14 Zoll hohe Schicht kohlensaures Gas das aus den Ritzen und Spalten der Erde hervordringt. Thiere sterben und Lichter erlöschen darin

augenblicklich. In Kellern, worin Wein und Bier gährt, steht auch oft eine 9 bis 10 Zoll hohe Gasschicht, woraus man diese Luft mit einer Flasche auffangen kann. Oeffnet man eine Bouteille, worin ein kräftiges schäumendes Bier, oder Champagner, oder eine ähnliche schäumende Flüssigkeit sich befindet, so spürt man ein Kribbeln in der Nase. Dieses rührt, so wie das Schäumen selbst, von der fixen Luft in der Bouteille her. Durch die ausdehnende Kraft dieses elastischen Fluidums wird oft die in der Bouteille enthaltene tropfbare Flüssigkeit weit mit fortgetrieben.

Schon oft waren Menschen so unvorsichtig, sich ohne weitere Vorsichtsregeln an Orte zu begeben, z. B. in Gruben, Brunnen 2c., wo man fixe Luft oder andere irrespirable Luftarten erwarten konnte. Sie fanden dann gewöhnlich einen plötzlichen Tod an diesen Orten. Hätten sie vorher ein brennendes Licht in die Grube oder in den Brunnen gelassen, so würden sie die Gefahr an dem Erlöschen des Lichts wahr-

genommen haben. Wie leicht hätten sie dann die Luft durch hinuntergegossenes frisches Wasser oder Kalkwasser, durch Anzündung von Schießpulver oder Salpeter u. d. gl. reinigen können. Sie würden sich aber auch vor der Gefahr gesichert haben, wenn sie mit Ammoniak getränkte Baumwolle oder nur ein mit Urin befeuchtetes Schnupftuch vor Mund und Nase gebunden hätten, auch wohl mit einer Respirationsvorrichtung wie die Girtannersche in die Grube gestiegen wären. Das Ersticken durch Kohlendampf hat einen ähnlichen Grund. Auch davor muß man sich auf obige Art zu sichern wissen.

Das kohlensaure Gas ist nächst der atmosphärischen Luft die erste Luftart, welche den Menschen bekannt wurde. Man nannte sie anfangs erstickende Schwaden oder böse Wetter. Der berühmte Scheidekünstler van Helmont entdeckte sie im 16ten Jahrhundert zuerst über der Oberfläche gährender Stoffe. Der englische Naturforscher Black ge=

wann sie im Jahr 1755 zuerst aus Kalken und Laugensalzen. Er gab ihr den Namen fixe Luft, weil er glaubte, daß sie sich in den Körpern, vor der Entwickelung, im fixen oder gebundenen Zustande befände. Kaltes Wasser, welches die fixe Luft eingesogen hat, bekommt einen säuerlichen Geschmack, färbt die Lakmustinktur roth und wirft Blasen, wenn man es schüttelt. Das Wasser hat dann alle Eigenschaften der natürlichen Sauerbrunnen, z. B. der Pyrmonter, Selter, Eger u. a.

Die übrigen Luftarten überging jetzt Herr Waltersdorf. Das Versprechen, in der nächsten Stunde die Lehre von der Elektricität anzufangen, erfüllte unserm Ferdinand mit großer Freude.

Ein und funfzigstes Kapitel.

Von der Elektricität im Allgemeinen.

Mit so vielen Geräthschaften und Maschinen, wie diesmal, hatte Ferdinand das Zimmer noch nicht angefüllt gesehen. Herr Waltersdorf nahm in die rechte Hand das eine Ende einer trockenen, etwa 2 Fuß langen und 1 Zoll weiten Glasröhre; er erwärmte sie etwas über einer Kohlenpfanne, rieb sie schnell mit einem Stück Flanell, das er in der andern Hand hatte, und hielt sie ein Paar Zoll hoch über

die Fläche des Tisches, worauf Papierschnitzchen, Strohhälmchen, Korkstückchen und andere leichte Körperchen durcheinander lagen. In demselben Augenblicke flogen diese Körperchen mit einer hüpfenden Bewegung an die Röhre, wurden von dieser zurückgestoßen, fielen wieder auf den Tisch nieder, hüpften abermals an die Röhre, fielen wieder zurück, und so dauerte dies Spiel mehrere Sekunden lang fort. Auf dieselbe Art rieb Herr Waltersdorf auch eine Siegellackstange; und siehe da! dasselbe Phänomen offenbarte sich den Augen unseres jungen Zuschauers. Jetzt verfinsterte Herr Waltersdorf das Zimmer durch das Verschließen der Fenster mit Läden. Er rieb dann Glasröhre und Siegellackstange nach einander wie vorhin. Da sah Ferdinand während des Reibens leuchtende Strahlenbüschelchen aus den geriebenen Körpern fahren, die um diesen Körpern herum einen leuchtenden Schein so lange unterhielten, als das Reiben dauerte. Als Ferdinand sich der

geriebenen Glasröhre mit einem Finger näherte, so brach aus demselben mit Knistern ein leuchtender Funke hervor. Dabey spürte Ferdinand auch ein leises Stechen in dem Finger. Herr Waltersdorf bewegte Röhre und Siegellackstange nach abermaligem Reiben nahe an dem Gesichte seines jungen Schülers hin; dieser hatte in demselben Augenblicke auf seinem Gesichte ein Gefühl, als wenn Spinngewebe daran geflogen wäre. Zugleich spürte er einen gewissen phosphorartigen Geruch.

Alle diese Erscheinungen, fuhr Herr Waltersdorf in seiner Belehrung fort, sind sogenannte elektrische Phänomene. Sie kommen auch zum Vorschein, wenn man den Bernstein und andere trokkene Harze, Schwefel, Edelsteine, Seide, Haare, Federn, Papier, trockenes Holz u. d. gl. mit andern verschiedenartigen Körpern reibt. Die Kraft, wodurch jene Erscheinungen entstehen, heißt elektrische Kraft oder Elektricität, eine Benennung,

die von dem Bernsteine (electrum) herrührt, woran schon die Alten die Eigenschaft des Anziehens, nach geschehenem Reiben, wahrgenommen hatten. Die geriebenen Körper selbst werden elektrische Körper genannt. Denjenigen Körpern, wie den Metallen, dem Wasser, allen feuchten Stoffen rc., welche jene Eigenschaften gar nicht oder in sehr geringem, fast unmerklichem Grade zeigen, gab man ehedem den Namen Nichtelektrische Körper.

Herr Waltersdorf rieb nun die Glasröhre mit einem Stück Leinwand, und die vorhin beschriebenen elektrischen Erscheinungen zeigten sich in einem sehr geringen Grade; er rieb sie darauf mit der trocknen Hand und sie geriethen wieder vorzüglich gut; noch besser fielen die Versuche aus, wenn er die Glasröhre mit Goldpapier, hauptsächlich aber mit einem Stück weichen Leder rieb, worauf mit Hülfe von frisch ausgelassenem Schweineschmalz ein Zinn- oder Zinkamalgama und zwar das sogenannte Kien-

mayersche Amalgama fest eingewischt worden war, welches aus 1 Theile Zinn, 1 Theile Zink und 2 Theilen Quecksilber besteht. Dies Amalgame bereitet man, wie Herr Waltersdorf lehrte, auf folgende Art. Man schmelzt den Zink und das Zinn zusammen und gießt, ehe es noch erkaltet ist, das Quecksilber darüber. Alsdann rührt man alles mit einem eisernen Stabe um. Wo man das Amalgama in ziemlicher Quantität macht, da ist es wegen der Gefahr beym Verdunsten des Quecksilbers immer rathsam, den geschmolzenen Zink mit dem Zinn in eine hölzerne inwendig mit Kreide ausgestrichene Büchse zu gießen, worin das Quecksilber sich befindet. Diese Büchse muß man mit einem Deckel verschließen und so auf dem Boden hin und her rollen können. Das Amalgama, welches sich nun gebildet, wird noch vor dem Erkalten auf eine marmorne Platte oder in steinerne (auch wohl gläserne) Mörser gethan und darin gerieben. Die Masse sieht dann anfangs weiß

aus, wird aber hernach graulich oder schwärzlich. Hebt man dies Amalgama längere Zeit auf, so zerfällt es zuletzt zu einer Art Pulver. Will man es auf das Leder streichen, so bewischt man dieses erst mit dem Schweinefette, und bringt dann Amalgama darauf, welches man mit dem Finger bis zu Trockniß einreibt. Man kann aber auch Fett und Amalgama so mit einander vermischen, daß eine Salbe daraus entsteht, welche man auf das Leder bringt.

So wie ein mit Amalgama bestrichenes Leder das beste Reibzeug für Glas ist, so ist Pelzwerk, besonders Fuchs= Haasen= und Katzenpelz das beste Reibzeug für Siegellack und für andere harzigte Körper. Denn keineswegs darf man die reibende Substanz oder das Reibzeug, willkührlich wählen, wenn man damit die Elektricität aus Körpern in einem möglichst hohen Grade hervorlocken will.

Herr Waltersdorf nahm jetzt eine viel dickere oder weitere Glasröhre. Er rieb sie wieder auf die

bewußte Art und machte die oben erwähnten Versuche damit. Das Reiben wurde ihm zwar saurer, aber die Experimente waren auch dafür viel auffallender. Besonders war das Leuchten und Knistern viel stärker. Es ist wohl natürlich, sagte er, daß die elektrischen Wirkungen eines Körpers viel größer ausfallen müssen, wenn die geriebene Oberfläche des Körpers größer ist und wenn der Körper schneller gerieben wird. Da aber das schnelle und anhaltende Reiben eines großen Körpers sehr ermüdend, beschwerlich und überhaupt nicht lange auszuhalten ist, wenn man es blos mit der Hand verrichtet, so verfiel man darauf, den elektrischen Körper mit mechanischer Vorrichtung zu verbinden. Auf diese Weise entstand denn die **Elektrisirmaschine.**

Zwey und funfzigstes Kapitel.

Die Elektrisirmaschinen und Conduktoren.

Ferdinand sah bey Herrn Waltersdorf vier verschiedene Elektrisirmaschinen. In der einen bestand der elektrische Körper aus einer hohlen Glaskugel, in der andern aus einem Glascylinder, in der dritten aus einer kreisrunden Glasscheibe, in der vierten aus einer mit Bernsteinfirniß überzogenen Holzscheibe. Jeder dieser Körper für sich hatte in seiner durchbohrten Achse eine Welle

von trocknem Holze, womit er zwischen einem eignen Gestelle lag, wie A Fig 6. Taf. II. An dem einen Ende der Welle saß eine Kurbel zum Drehen des Körpers fest. Das Reibzeug, welches aus einem weichen mit Pferdehaaren ausgestopften und mit Amalgama überzogenen ledernen Kissen bestand, wurde wie a und b Fig. 6. durch Hülfe von ein Paar Federn gehörig an den Körper gedrückt. Durch ein Paar Schrauben konnten die Federn dem Körper mehr oder weniger genähert werden, um dem Drucke immer die richtige Stärke zu geben. Bey der Maschine mit der Glasscheibe Fig. 6. bestand das Reibzeug aus vier Kissen, wovon je zwey und zwey einander gegenüber die Scheibe umfaßten. Ein Stück Wachstaffet lief von jedem Kissen aus, und verbreitete sich über einen beträchtlichen Theil der geriebenen Oberfläche des Körpers, den man durch die Kurbel in Bewegung setzt. Das Reibzeug zu der mit Bernsteinfirniß überzogenen Holzscheibe war ein kurzhaarigtes Katzenfell.

Will man übrigens, sagte Herr Waltersdorf, eine schnellere Bewegung des elektrischen Körpers zuwege bringen, so braucht man blos, auf ähnliche Art wie bey dem Spinnrade, eine Schnur ohne Ende über die Welle des elektrischen Körpers und über ein großes Rad laufen zu lassen, das man denn mit der Kurbel umdreht. — Herr Waltersdorf setzte seine Maschinen nach einander in Bewegung und die oben genannten elektrischen Phänomene zeigten sich in einem bey weitem stärkern Grade, als bey dem bloßen Reiben mit der Hand. Auch war es jetzt leicht, die Experimente längere Zeit ohne Ermüdung ununterbrochen fortzusetzen.

Der Erfinder der Luftpumpe Otto von Guerike zu Magdeburg, fuhr Herr Waltersdorf bald darauf fort, war auch Erfinder der Elektrisirmaschine. Seine erste Elektrisirmaschine war eine Kugelmaschine, und zwar mit einer Schwefelkugel. Hawksbee vertauschte die Schwefelkugel mit einer

Glaskugel. Pater Gordon aber nahm zuerst einen Glascylinder. Man fand nachher die Cylindermaschinen immer vortheilhafter, als die Kugelmaschinen. Der Italiener Planta machte im Jahr 1760 die erste Scheibenmaschine. Der geschickte Mechanikus Brander in Augsburg verfertigte bald darauf, um mehr reibende Fläche zu haben, Elektrisirmaschinen mit doppelten Scheiben. Zwar konnte man denselben Zweck durch sehr große Scheiben erreichen; da aber Glas noch immer der vornehmste elektrische Körper zu Elektrisirmaschinen bleibt, und da große Glasscheiben schwer zu erhalten, leicht zu zerbrechen und kostspielig sind, so verdiente Branders Verfahren zu recht wirksamen Maschinen alle Nachahmung. Vorzüglich merkwürdig ist die große Scheibenmaschine des Cuthbertson mit doppelten Scheiben im Teylerschen Museum zu Haarlem. Jede dieser Scheiben hat 65 engl. Zoll in Durchmesser. Beide stehen $7\frac{1}{2}$ Zoll von einander.

Eine große von Messingblech verfertigte überall wohl abgerundete und polirte Röhre wie c Fig. 6. wurde herbeygeholt. Diese Röhre hatte ein Paar Arme, an deren Enden sich ein Paar fingerartige Theile oder eine Art Kämme mit Spitzen (sogenannten Saugspitzen) befestigen ließen. Herr Waltersdorf stützte die Röhre mit ihrem Schwerpunkte auf eine massive Glassäule, die senkrecht auf einen breiten Fuß befestigt war. Er schob sie so nahe an die Scheibenmaschine, daß die Finger oder die Spitzen nur noch ein Paar Linien weit von der Fläche der Scheibe entfernt standen. Eine ähnliche Röhre wurde zwischen seidene Schnüre gehängt, die von der Decke des Zimmers herabhingen; und dann wurde ihr die Cylindermaschine so genähert, daß auch ihre Finger oder Spitzen nur noch ein Paar Linien weit von der Fläche des Cylinders entfernt blieben. Eine dritte blos auf einen Harzkuchen liegende Röhre von gleicher Art berührte mit ihren Fingern oder Spitzen

beynahe die Kugel der Kugelmaschine. An demjenigen Ende aller drey Röhren, welches den Fingern oder Spitzen entgegengesetzt war, befand sich ein messingenes Stängelchen, woran sich eine (größere oder kleinere) polirte Messingkugel fest anschieben oder anschrauben ließ.

Herr Waltersdorf setzte erst die Scheibenmaschine in Bewegung. Ferdinand mußte den Knöchel seines Fingers in die Nähe jener Kugel oder einer andern Stelle der Röhre bringen. Schon als der Finger noch etliche Zoll von der Metallfläche entfernt war, entstand zwischen dem Finger und dieser Fläche ein lebhafter Funken von einer Länge, die jener Entfernung gleich kam. Dabey wurde der Finger bedeutend erschüttert. Nun mußte Ferdinand einen Metallstab in die Hand nehmen, und mit demselben sich der Röhre nähern. Auch dann brach zwischen Röhre und Stab schon in einer Entfernung von etlichen Zollen ein eben so lebhafter

Funken hervor. Mit einem Glasstabe hingegen war es nicht möglich, nur den mindesten Funken aus der Röhre zu locken. Auch dann zeigte sich nicht die geringste elektrische Wirkung, wenn Jemand während der Bewegung der Maschine mit der Hand die Röhre berührte, oder wenn von der Röhre eine Kette herab bis auf den Zimmerboden hing. — Die übrigen Elektrisirmaschinen wurden jetzt ebenfalls in Aktivität gesetzt, und dieselben Experimente an den mit den Maschinen auf die beschriebene Art verbundenen Röhren gemacht. Auch hier offenbarten sich dann dieselben Erscheinungen.

Ein Stuhl mit massiven Glasfüßen wurde jetzt in die Nähe einer von jenen Messingröhren gebracht. Ferdinand mußte sich darauf stellen und mit seiner Hand die Kugel der Röhre berühren. Ein Gehülfe mußte die Maschine drehen, Herr Waltersdorf aber brachte bald den Knöchel seines Fingers, bald einen Metallstab in die Nähe von Ferdinands

Hand. Da entstand wieder, anfangs zu Ferdinands Schrecken, derselbe lebhafte Funken zwischen Ferdinands Hand und Herrn Waltersdorf Finger oder Stabe. Herr Waltersdorf mochte sich auf dieselbe Art der Nase, dem Ohre, der Stirn, der Schulter, dem Kinn, dem Fuße oder irgend einem andern Theile von Ferdinands Körper nähern; jedesmal brach an dieser Stelle des Körpers der lebhafte Funken hervor. Zugleich sträubten sich Ferdinands Haare und richteten sich straff in die Höhe. Hing aber von Ferdinands Körper aus eine Kette oder ein Stab auf den Zimmerboden herab, oder berührte Jemand, der auf dem Zimmerboden stand, Ferdinands Körper während der Drehung der Maschine, so wurde nicht die geringste elektrische Wirkung gespürt.

Herr Waltersdorf erklärte nun diese merkwürdigen Phänomene auf folgende Weise. Wenn man annimmt, daß die Theilchen aller Körper mittelst der Adhäsionskräfte von einer sehr feinen Flüs-

sigkeit, der elektrischen Materie umgeben sind, so kann man daraus einige zur vorläufigen Erklärung dienende einfache Schlüsse ableiten. So lange die elektrische Materie den Theilchen der Körper fest adhärirt, so lange zeigt sich keine Spur von Elektricität, weil dann eine vollkommene Ruhe unter den vermischten Stoffen statt findet. Durch das Reiben wird diese Ruhe bey einigen Körpern und zwar bey den sogenannten elektrischen Körpern, aufgehoben, vielleicht weil die Ziehkraft der Körpertheilchen, womit diese den elektrischen Stoff fest hielten, durch das Reiben geschwächt wurde. Die elektrische Materie lagert sich nun gleichsam um dem Körper herum und bildet da eine Art elektrischer Atmosphäre, den sogenannten elektrischen Wirkungskreis. Andere Körper, die diesem elektrischen Wirkungskreise nahe kommen, werden nun unter den gehörigen Umständen angezogen. Wenn aber sogenannte Nichtelektrische Körper, z. B. Metalle, in den elektrischen Wirkungskreis gebracht

und wieder auf elektrische Körper (auf Glas, Seide, Harze ꝛc.) gestützt werden, so zeigen selbst jene Nicht-elektrischen Körper wieder alle elektrischen Wirkungen, so lange sie sich in dem elektrischen Wirkungskreise befinden. Man glaubte daher anfangs, den unelektrischen Körpern würde die elektrische Materie von den geriebenen elektrischen Körpern mitgetheilt, und unterschied seit dieser Periode die mitgetheilte Elektricität von der urspünglichen durch Reiben erregten.

Wir wollen vorläufig bey dieser Erklärung stehen bleiben, und annehmen, die Nichtelektrischen Körper, wie Metalle und der menschliche Körper besäßen die Eigenschaft, sich durch Mittheilung leicht elektrisiren oder die Elektricität der geriebenen Körper gleichsam in sich eindringen zu lassen; andere aber, wie Glas, Seide, Siegellack und die Harze überhaupt, die jenen Körpern zur Stütze dienen, hätten diese Eigenschaft nicht, sondern wären im Stande, die Elek-

tricität gleichsam aufzuhalten, damit sie sich nicht weiter, als durch jene Körper verbreiten könne. Alsdann begreifen wir schon so ziemlich, warum die an die Elektrisirmaschine gerückte metallene Röhre, welche auf eine Glassäule oder auf einen Harzkuchen gestützt oder in seidene Schnüre gehängt war, elektrisch werden mußte; warum selbst aus dem Menschen, mit einer eben solchen Unterstützung versehen (und dann gleichsam als Fortsetzung jener Röhre betrachtet) dieselben Erscheinungen hervorgelockt werden konnten; warum aber nicht die geringsten elektrischen Wirkungen sich zeigten, wenn man die Röhre in der Hand hielt oder von ihr eine Kette bis auf den Boden herabgeführt hatte. In letzterm Falle war ja gleichsam eine ununterbrochene Reihe von Körpern mit einander in Verbindung, wovon immer einer dem andern ohne Aufenthalt die Elektricität wieder mittheilte, so daß keiner für sich die elektrische Wirkung zeigen konnte. Solche Körper nun, welche die Elektricität durch bloße

Mittheilung leicht aufnehmen und gern wieder nach andern dergleichen Körpern hinleiten, heißen Leiter oder Conduktoren der Elektricität.

Obige an die Maschine gerückte messingene Röhre mit Armen und Fingern bildet den Conduktor (Hauptleiter oder Zuleiter) der Elektrisirmaschine. Will man nun die mitgetheilte Elektricität an den Leitern ordentlich wahrnehmen, so müssen diese durch sogenannte Nichtleiter von andern Leitern getrennt, d. h. isolirt seyn. Bey dem Conduktor der Elektrisirmaschine bildet die Glassäule mit ihrem Fuße, oder der Harzkuchen, oder auch die Vorrichtung mit den seidenen Schnüren das Isolirgestelle oder Isolatorium.

Die besten Leiter der Elektricität sind die Metalle, das Wasser, sowohl im tropfbaren, als dampfförmigen Zustande, und der lebende thierische Körper. Unter den Metallen leitet Kupfer am vorzüglichsten, so wie die Composition

aus Kupfer und Zink, welche wir Messing nennen. Auch todte thierische Theile, vorzüglich wenn sie feucht sind, lebende Pflanzen, frisches Holz, Rauch, Flamme rc. leiten bald mehr, bald weniger. Die vornehmsten Nichtleiter der Elektricität sind alle Harze (z. B. Copal, Bernstein, Gummilack, Colophonium rc), Schwefel, Glas und glasähnliche Körper, Vulkanische Steine, Edelsteine, Seide, Haar und Federn, gedörrtes Holz, die atmosphärische Luft und andere Luftarten, u. s. w. Auch hartes Eis ist ein Nichtleiter. Uebrigens giebt es ganz vollkommene Leiter eben so wenig, als ganz vollkommene Nichtleiter. Die unvollkommenen Leiter, als Holz, Papier, Elfenbein, Baumwolle, Marmor rc., pflegt man gewöhnlich Halbleiter zu nennen.

Wäre die Luft kein Nichtleiter, so könnte man begreiflich den Conduktor der Elektrisirmaschine nicht

isoliren. Die besten Nichtleiter werden aber leitend, sobald Feuchtigkeit sich an sie setzt. So verringern Dünste in der Luft sehr oft den Effekt der Elektrisirmaschine, zumal, da sich diese Dünste sehr gern an kaltes Glas setzen. Harz zieht die Feuchtigkeiten der Luft lange nicht so leicht an, als Glas. Daher ist es sehr rathsam, die massiven Glassäulen der Conduktoren mit einem harzigten Firniß zu überziehen, hohle Glasfüße aber (so wie auch die hohlen Glascylinder und Glaskugeln an den Cylinder- und Kugelmaschinen) stark zu erhitzen und mit geschmolzenem Harz auszufüllen oder auszuschwenken. — Eine zweckmäßige Durchwärmung der Elektrisirmaschine und ihres Conduktors, so wie auch aller übrigen elektrischen Apparate, verstärkt die elektrischen Effekte ungemein.

Drey und funfzigstes Kapitel.

Vom elektrischen Anziehen und Abstoßen, und von einigen darauf sich gründenden elektrischen Spielwerken.

Ferdinand hatte es recht wohl bemerkt, daß, während des Drehens der Elektrisirmaschine, Fädchen, Hälmchen, Staub und andere leichte auf dem Boden des Zimmers unter dem Conduktor liegende Körperchen in die Höhe an den Conduktor flogen, von diesem zurückgestoßen wurden, abermals an den Conduktor flogen u. s. f. Er bemerkte auch ganz rich-

tig, daß diese Erscheinung ganz mit der Auf- und Niederbewegung der Körperchen unter der geriebenen Glasröhre oder Siegellackstange übereinstimme, daß nur bey der Maschine die Elektricität beträchtlich stärker sey, daß der elektrische Wirkungskreis des Conduktors sich viel weiter erstrecke, als bey der Glasröhre oder Siegellackstange, und daß deswegen leichte Körperchen schon auf eine ziemliche Entfernung hin in Bewegung gesetzt werden können. Daß das Auf- und Niederfliegen ein abwechselndes Anziehen und Abstoßen war, mußte er ebenfalls bald erkennen. Kurz, Ferdinand fand bald von selbst, daß es ein Gesetz in der Elektricitätslehre sey: wenn man einen Körper elektrisirt, so zieht er in dem elektrisirten Zustande die unelektrisirten Körper an, stößt hingegen die selbst elektrisirten zurück. Die durch Reiben elektrisirte Glasröhre oder Siegellackstange zog leichte auf dem Tische liegende Körperchen an, elek-

trisirte sie dann selbst durch Mittheilung, stieß sie aber in dem Augenblicke, wo dies geschehen war, wieder ab; sie fielen auf den Tisch zurück, setzten da ihre Elektricität wieder ab, und wurden deswegen von neuem angezogen, abermals elektrisirt, abgestoßen u. s. w. Eben so zog der Conduktor der Elektrisirmaschine die auf dem Zimmerboden liegenden Körperchen an, elektrisirte sie, zog sie wieder an u. s. f. und brachte dadurch die hüpfende Bewegung der Körperchen hervor.

Herr Waltersdorf hielt jetzt ein zugedecktes Trinkglas, worin eine ziemliche Anzahl Korkkügelchen oder Holundermarkkügelchen lagen, unter den Conduktor der Maschine. Siehe da! die Kugeln fingen an zu hüpfen und tanzten beständig auf und nieder. Nun hängte er eine mit Stanniol (oder dünnen Zinnblättchen) belegte Pappscheibe h Fig. 6 mittelst einer messingenen Kette g horizontal an den Conduktor der Maschine, und gerade darunter hielt er eine andere

Scheibe von derselben Art, so, daß beyde etwa 4 Zoll von einander entfernt waren. Auf diese untere Scheibe legte er einige kleine theils aus Hollundermark, theils aus Papier geschnittene Puppen. In dem Augenblicke, wo er die Elektrisirmaschine in Bewegung setzen ließ, richteten sich die Puppen auf und hüpften auf eine sehr lustige Weise auf der Scheibe herum. Einige tanzten ordentlich auf den Füßen, andere verkehrt auf dem Kopfe.

Als dieser elektrische Puppentanz zu Ende war, legte Herr Waltersdorf auf dieselbe Pappscheibe unter b Fig. 6. erst eine Parthie feinen Sand, hernach auch eine ziemliche Menge zerriebene Goldblättchen (von unächtem Blattgolde). So wie die Elektrisirmaschine in Bewegung gesetzt wurde, hüpften die Sandkörner und Goldblättchen auf und nieder. Die Sandkörner bildeten den sogenannten elektrischen Sandwirbel, die Goldblättchen den goldenen Regen. Letztere flogen wegen ihrer

Leichtigkeit überall um den Conduktor herum, und fielen wieder nieder, theils auf die Scheibe, theils auf den Boden des Zimmers. Im Dunkeln leuchteten zugleich die durch Mittheilung elektrisirten Goldblättchen in der Luft. — Mit Pflaumfedern und Baumwollenflocken, die an dem Conduktor hin und her, auf und nieder tanzten, nahm sich derselbe Versuch ebenfalls sehr lustig aus. — Daß die Scheibe b mit der Kette g eine Fortsetzung des Conduktors bildete, und deswegen eben so, wie dieser selbst, wirkte, war leicht einzusehen.

Das elektrische Glocken- oder Cymbelspiel Fig. 4. Taf. II. mußte jetzt an die Reihe. Dieses Spiel bestand aus drey kleinen Glocken (wie Uhrglocken), wovon die beyden äußersten mittelst feiner Drähte oder Ketten von einem Metallstabe cc herabhingen. Die mittelste hingegen war vermöge einer dünnen seidenen Schnur an die Stange cc befestigt. Zwischen den Glocken hingen an seidenen

Fädchen kleine messingene Klöppel d d so herab, daß sie die Glocken treffen konnten, sobald sie in Bewegung kamen. Aus der mittelsten Glocke hing eine Kette e herab. Herr Waltersdorf brachte dieses Glockenspiel mittelst des Drahts a an den Conduktor der Maschine. Die Kette e mußte den Zimmerboden oder einen Tisch u. d. gl. berühren. Sobald die Maschine in Bewegung gesetzt wurde, entstand ein beständiges Läuten der Glocken, indem die Klöppel d d von den Glocken abwechselnd angezogen und abgestoßen wurden.

Begreiflich waren der Draht a, so wie die Metallstange c c mit den an Draht oder Ketten von c herabhängenden Glocken als Fortsetzung des Conduktors anzusehen. Diese äußern Glocken zogen nun, so wie sie elektrisirt wurden die unelektrisirten Klöppel d d an und stießen sie wieder ab. Die jetzt elektrisirten, durch seidene Fädchen isolirten Klöppel fuhren nun gegen die mittelste Glocke, und setzten an

derselben ihre Elektricität wieder ab. Sie wurden dann abermals von den äußern Glocken angezogen, wieder abgestoßen u. s. w. Auf diese Art dauerte denn das Läuten so lange fort, als die Elektrisirmaschine in Aktivität erhalten wurde.

Uebrigens bemerkte Herr Waltersdorf noch, daß man statt der Stange cc einen kreisförmig gebogenen Draht nehmen und an denselben eine größere Anzahl äußerer Glocken von verschiedenen Tönen mit zugehörigen Klöppeln hängen könnte, um mehr Mannigfaltigkeit der Töne zu bekommen; und daß man auch die Kette e in der mittelsten Glocke nicht nöthig hätte, weil man statt dieser nur die mittelste Glocke zu berühren brauchte, sobald die Elektrisirmaschine in Bewegung gesetzt wird.

Herr Waltersdorf nahm nun statt der messingenen Klöppel kleine aus Kork geschnitzte Spinnen. Er hängte die Glocken (an deren Stelle er jetzt auch andere leitende Körper hätte gebrauchen können) et=

was weiter aus einander. So stellte er die elektrischen Spinnen dar, welche sich immer hin und her schwingen und gleichsam ihre Netze zu spinnen scheinen.

Gleich darauf wurde ein Haarbüschel und eine Parthie Baumwolle auf den Conduktor der Elektrisirmaschine geklebt. Beyde schwellten an und trieben ihre unverwickelten Fäden straff empor, sobald die Maschine in Aktivität kam. Die elektrisirten Körper (Haare und Baumwolle) wollten nämlich wegen des bewußten Abstoßens wegfliegen. Sie wurden aber fest gehalten und konnten blos das Bestreben wegzufliegen äußern, nämlich durch das Aufschwellen und Emporsträuben. Dieselbe Bewandniß hat es mit den Emporstehen der Haare auf dem Kopfe des Menschen, wenn dieser isolirt und als Fortsetzung des Conduktors der Maschine anzusehen ist. Auf gleiche Art wird brennendes Siegellack, welches man auf den Conduktor träufelt, augenblick-

lich in Fäden verwandelt, welche starr auf dem Conduktor empor stehen.

Herr Waltersdorf elektrisirte jetzt auch zwey an seidenen Fäden hängende Kork= oder Hollundermarkkügelchen. Diese stießen sich ab, wenn er sie an einander bringen wollte. Wenn er aber nur ein Kügelchen elektrisirte, so gingen sie willig zusammen. Er ließ auch ein an einem seidenen Faden hängendes, folglich isolirtes Korkkügelchen von dem Conduktor der Maschine anziehen. Es wurde dann sogleich wieder abgestoßen. Berührte er es in demselben Augenblicke mit dem Finger oder einem andern Leiter (an den es seine Elektricität absetzte), so wurde es von neuem angezogen, aber auch wieder abgestoßen, u. s. w.

Vier und funfzigstes Kapitel.

Vom Ausströmen der elektrischen Materie aus Spitzen, Ecken u. d. gl.

Das Zimmer wurde gleich zu Anfange der nächsten Stunde verfinstert. Zuerst richtete Herr Waltersdorf einen an dem einen Ende spitzigen, an dem andern stumpfen messingenen Stift mit der Spitze, in der Entfernung eines halben Fußes, gegen den elektrisirten Conduktor. Da erschien an der Spitze des Stifts ein kleiner leuchtender Stern, wie Fig. 2. Taf. III. Dieser Stern leuchtete desto heller, je näher die Spitze an den Leiter kam; an Größe hingegen wuchs er nicht. Als Herr Waltersdorf denselben Stift mit seinem stumpfen Ende in ein am

Conduktor befindliches kleines Loch gesteckt hatte, da erschien am zugespitzten Ende des Stifts kein Stern mehr, sondern gleichsam eine feurige Ruthe, ohngefähr wie Fig. 1. Taf III. In diese Ruthe hielt Herr Waltersdorf die Spitze der Flamme eines Wachslichts Fig. 3.; sie wurde dann wie vom Winde weggeblasen.

An dem leuchtenden Pinsel Fig. 1., welcher die Flamme des Lichts zur Seite treibt, erkennt man also deutlich ein Ausströmen der elektrischen Materie. Man hat sogar an der Hand ein Gefühl, wie das eines Windes, wenn man die Hand nahe an die Spitzen bringt. Hat der Conduktor viele Ecken und Spitzen, so fährt aus jeder ein Strahlenbüschel. Schärfere Spitzen geben kleinere Büschel. Vorzüglich schön erhält man sie aus kleinen Kugeln etwa von $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser.

Wenn aus Spitzen und Ecken des Conduktors elektrische Materie ausströmt, so kann der Conduktor

seine Elektricität auf andere Art weniger äußern. Dies zeigt eben die Nothwendigkeit, den Conduktor überall gut abrunden und poliren zu lassen, sobald er von gehöriger Wirkung seyn soll.

Ferdinand mußte jetzt eine messingene Krone aufsetzen, die ringsum eine Menge Spitzen hatte. So mußte er sich auf den Isolirstuhl stellen und mit der Hand den Conduktor der Maschine berühren. Kaum war diese in Bewegung gesetzt, als aus allen Spitzen der Krone ein leuchtender Büschel strömte. Die Büschel zusammen umstrahlten gleichsam Ferdinands Haupt, und bildeten den sogenannten Heiligenschein.

Noch auffallendere Beweise von dem wirklichen Ausströmen der elektrischen Materie geben folgende Versuche. Ein messingenes Stäbchen wie ein S oder wie Fig. 3. Taf. II. gestaltet, wurde mit seinem Schwerpunkte auf ein Stiftchen gelegt, das senkrecht an dem Conduktor der Maschine angebracht war.

Bey dem Elektrisiren des Conduktors drehte sich dies Stäbchen vermöge der Rückwirkung (Th. II. S. 22.) schnell nach der Richtung um, welche der Direction der aus den Spitzen strömenden Materie entgegengesetzt war. Die aus den Spitzen strömenden Strahlenbüschel bildeten im Dunkeln (wegen der schnellen Drehung) einen leuchtenden Kreis.

Das elektrische Wind- oder Flugrad Fig. 5. Taf. III. hat die Gestalt eines mit Schaufeln versehenen unterschlächtigen Wasserrades, wie man sie in den meisten Mahlmühlen sieht. Das Rad a, 3 bis 4 Zoll im Durchmesser, ist von dünner, aber steifer Pappe (auch wohl von Kartenpapier) gemacht. Es läßt sich zwischen dem Gestelle beb, so um dünne Zäpfchen dd drehen, daß es an jeder Stelle in Ruhe zu bringen ist, folglich seinen Schwerpunkt genau in der Axe hat. Die Spitzen der Zäpfchen laufen in den Löchelchen der Schrauben-Enden cc. Eine hölzerne Säule, ohngefähr von der Höhe des Rades a

kommt in das Loch f des Brets e. Quer durch diese Säule aber steckt man ein gut mit Siegellack überzogenes Glasröhrchen h, in welcher ein starker Messingdraht befindlich ist. Das eine Ende dieses Messingdrahts endigt sich in eine Spitze, das andere in einen Ring. Richtet man nun die Spitze des Drahts genau gegen eine obere Schaufel des Rades a und bringt man den Ring mit dem Conduktor der Elektrisirmaschine in Verbindung, so setzt die aus der Spitze des Drahts strömende elektrische Materie das Rad a eben so in Bewegung, wie Wasser durch den Stoß ein unterschlächtiges Wasserrad herumtreibt.

Recht lustig nahm es sich aus, wenn Herr Waltersdorf leichte Reuter von Papier auf die Enden einer Flugstange wie Fig 3. Taf. II. klebte. Diese ritten beständig mit im Kreise herum, und bildeten das sogenannte elektrische Caroussel.

Fünf und funfzigstes Kapitel.

Von den entgegengesetzten Elektricitäten.

An einem kleinen Gestelle hing ein Korkkügelchen isolirt an einem seidenen Faden; ein anderes Korkkügelchen, ebenfalls an einem seidenen Faden hängend, mußte Ferdinand in die Hand nehmen. Herr Waltersdorf rieb auf die bewußte Art mit dem Amalgama eine Glasröhre, elektrisirte beyde Korkkügelchen damit (durch Berührung) und ließ Ferdinand die seinige, in dem isolirten Zustande, an die erstere halten. Auffallend sah man da, wie

die Korkkügelchen sich einander zurückstießen. Dasselbe geschah auch, wenn beyde Korkkügelchen an den Conduktor der Maschine gebracht, von diesem elektrisirt worden waren und dann einander genähert wurden. Herr Waltersdorf rieb nun eine Siegellackstange mit Pelzwerk, und elektrisirte damit die beyden Korkkügelchen. Einander genähert, stießen sie sich abermals ab. Dasselbe thaten sie, wenn man sie beyde mit dem Reibzeuge oder Gestelle der großen Elektrisirmaschine, welches der Isolirung wegen auf Glassäulen ff ruhte, und mit einer messingenen Kugel, als Conduktor des Reibzeugs, versehen war, elektrisirte. Wurde aber das eine Korkkügelchen mit der geriebenen Glasröhre, das andere mit der geriebenen Siegellackstange, oder auch das eine mit dem gewöhnlichen Conduktor der Elektrisirmaschine, das andere mit dem Conduktor des Reibzeugs elektrisirt, so zogen sie sich an, wenn man sie einander näher brachte.

Es scheint also nach diesem verschiedenartigen Phänomen des Anziehens und Abstoßens, fuhr Herr Waltersdorf fort, daß durch das Reiben jener Körper, so wie durch eigne Mittheilungsweisen, in den Körpern zwey verschiedenartige Elektricitäten entwickelt werden, welche in ihrer Wirkung, wie die des Anziehens und Abstoßens, einander entgegengesetzt sind. Man nennt sie auch entgegengesetzte Elektricitäten. Der französische Naturforscher Dü Fay nannte die durch Glas entwickelte Elektricität Glaselektricität; die durch Siegellack und andere harzigte Körper entwickelte Harzelektricität. Der amerikanische Physiker Franklin gab jener den Namen positive oder bejahte, dieser den Namen negative oder verneinte Elektricität. Der große Lichtenberg bezeichnete die positive Elektricität mit + E (plus E), die Harzelektricität mit — E (minus E). Man konnte also sagen:

Positiv und positiv elektrisirte Körper, sowie negativ und negativ elektrisirte Körper, stoßen einander ab; aber positiv und negativ elektrisirte Körper ziehen einander an; oder

+ E und + E stoßen einander ab,
— E und — E stoßen einander ab;
+ E und — E ziehen einander an.

Das heißt: gleichnamige Elektricitäten stoßen einander ab, ungleichnamige ziehen einander an.

Da ein mit der Glasröhre elektrisirtes Korkkügelchen von dem Conduktor der Elektrisirmaschine abgestoßen, ein mit der Siegellackstange elektrisirtes Korkkügelchen von demselben Conduktor angezogen, das mit der Glasröhre elektrisirte Korkkügelchen von dem Reibzeuge (oder dem Conduktor des Reibzeugs der Maschine) angezogen, das mit der Siegellackstange elektrisirte Kügelchen von demselben Reib=

zeuge abgestoßen wird; so folgt daraus, daß der Haupt-Conduktor der Elektrisirmaschine, eben so wie die Scheibe der Maschine + E hat, oder positiv elektrisch ist, das Reibzeug aber, sowie sein Conduktor — E hat, oder negativ elektrisch ist. Daher nennt man auch den Haupt-Conduktor der Maschine positiven Conduktor, den Conduktor des Reibzeugs negativen Conduktor.

Der negative Conduktor ist auf folgende Art mit dem isolirten Gestelle der Maschine und mit dem Reibzeuge verbunden. Von dem Kissen an erstreckt sich eine Messingplatte oder ein dicker Messingdraht bis an den Rand des Gestelles. Dieses ist ringsherum mit Stanniol belegt, welcher mit jenem Messingdraht in Verbindung steht. Durch den Stanniol geht von der einen Seite eine Messingstange mit einer messingenen gut polirten Kugel, welche zusammen den Conduktor des Reibzeugs ausmachen.

An ein Paar leinene Fäden (die nicht isoliren)

wurden Korkkügelchen gehängt. Die Fäden wurden so an eine metallene, durch einen gläsernen Handgriff isolirte Röhre gebunden, daß sich die herabhängenden Kügelchen berührten. Als nun Herr Waltersdorf die Metallröhre positiv elektrisirte (z. B. durch eine geriebene Glasröhre oder durch den Haupt-Conduktor der Maschine), da fuhren die Kügelchen auseinander und zwar desto weiter auseinander, je stärker die elektrische Kraft war. Elektrisirte er die Röhre gleich darauf auch negativ (z. B. durch die Siegellackstange oder durch den negativen Conduktor), so fielen sie wieder zusammen und kamen folglich wieder in den unelektrischen Zustand. Dieselbe Erscheinung zeigte sich auch beym anfänglichen Negativ- und darauf folgenden Positiv-Elektrisiren.

Auf die Eigenschaft, daß gleichnamig elektrisirte Körper sich desto weiter zurückstoßen, je stärker ihre Elektricität ist, gründet sich die Beschaffenheit der Werkzeuge zur Messung der Stärke der Elektricität.

Diese Werkzeuge werden Elektrometer oder Elektroskope genannt. Das Elektrometer von Canton besteht aus zwey an leinenen Fäden hängenden Korkkügelchen, die, mit dem elektrischen oder elektrisirten Körper, wie h Fig. 6. Taf. II., verbunden, desto weiter auseinander fahren, je stärker die Elektricität jener Körper ist. Das Elektrometer des Henley, welches bey g auf dem Conduktor der Elektrisirmaschine Fig. 6. Taf. II. angebracht wird, giebt mehr Genauigkeit, als das Cantonsche. Es besteht aus einem glatten buxbaumenen Stäbchen, welches oben rund abgedreht, und unten mit einer vergoldeten oder auch nur mit Stanniol belegten Kugel versehen ist. An der untersten Stelle der Kugel steht ein Stift hervor, womit man das Ganze in ein dazu passendes Loch auf den Conduktor der Maschine stecken kann. Gleich über der Kugel krümmt sich ein Gradbogen von Elfenbein an dem Stäbchen in die Höhe, von dessen Mittelpunkte ein Korkkügelchen an einem feinen leicht

beweglichen elfenbeinernen Stifte mit gedachtem burbaumenen Stäbchen parallel herabhängt. Beym Elektrisiren steigt nun das Korkkügelchen um desto mehr Grade an dem Bogen in die Höhe, je stärker die Elektricität wird.

Die Elektrometer, wovon man noch mancherley verschiedene Gattungen (z. B. mit Goldblättchen, Strohhälmchen) hat, können auch recht gut dienen, an einem elektrisirten Körper die Art der Elektricität in Erfahrung zu bringen, ob sie + E oder — E sey. Bringt man nahe an das Elektrometer einen Körper, dessen Elektricität mit der seinigen gleichartig ist, so wird das Kügelchen oder Blättchen des Elektrometers noch mehr divergiren, oder weiter in die Höhe fahren. Bey der entgegengesetzten Elektricität wird das Kügelchen heruntersinken.

Nun machte Herr Waltersdorf folgenden interessanten Versuch, welcher dienen sollte, den Unterschied zwischen der positiven und negativen Elektri-

citát noch deutlicher wahrzunehmen. Er setzte eine kleine Glocke (oder auch wohl nur einen metallenen Ring) auf einen glatten Harzkuchen, d. h. auf eine kreisrunde Form, in die Harz eingegossen und auf der Oberfläche vollkommen glatt gemacht worden war. Er elektrisirte hierauf die Glocke positiv, entweder mit der geriebenen Glasröhre, oder mit dem Haupt-Conduktor der Elektrisirmaschine. Nahm er nun die Glocke hinweg, und bepuderte er die Stelle des Kuchens, worauf die Glocke stand, mit Hexenmehl oder feinem Harzpulver (etwa mit fein zerstoßenem in ein feines leinenes Läppchen geschlagenem Colophonium), so flog dieses Pulver auf gewisse Stellen des Harzkuchens, und bildete daselbst eine sehr schöne strahlenförmige, sonnenähnliche Figur. Er setzte die Glocke wieder auf eine andere glatte Stelle und elektrisirte sie negativ, entweder mit einer geriebenen Siegellackstange, oder mit den negativen Conduktor der Elektrisirmaschine. Als er die Glocke

wegnahm, und die Stelle, wo sie stand, wieder mit dem Harzpulver bepuderte, da gab es keine so schöne Figur, wie vorhin, sondern eine regellose, wolkigte. — Diese Figuren werden von ihrem Entdecker Lichtenbergische Figuren genannt.

Auch auf folgende Art machte Herr Waltersdorf die beyden entgegengesetzten Elektricitäten kennbar. Als er in der vorhergehenden Lection einen zugespitzten messingenen Stift gegen den elektrisirten Conduktor hielt und an der Spitze ein kleiner leuchtender Stern Fig. 2. Taf. III. zum Vorschein kam, der sich aber in eine feurige Ruthe Fig. 1. verwandelte, wenn er den Stift mit seinem stumpfen Ende in ein kleines Loch des Conduktors gesteckt hatte; da mußte von dem isolirten Reibzeuge eine Kette zur Erde herabhängen, damit die Isolirung während des Experimentirens wegfiel. Jetzt aber ließ er die Kette von dem Hauptconduktor der Maschine herabhängen, welcher dadurch mit dem Boden des Zimmers in Ver-

bindung kam und nun nicht mehr isolirt war. Jetzt war blos das Reibzeug isolirt. Herr Waltersdorf richtete jenen Stift eben so gegen den Conduktor des Reibzeugs, wie früher gegen den Hauptleiter. Siehe da! es erschien der helle Stern Fig. 2. keinesweges, sondern der leuchtende Pinsel Fig. 1. Taf. III. an der Spitze des Stifts. Dieser Pinsel bließ auch wieder die Spitze einer Lichtflamme, wie Fig. 3. fort. Erst dann zeigte sich der helle Stern wieder an der Spitze des Stiftes, wenn er letztern mit dem stumpfen Ende in ein Loch des negativen Conduktors gesteckt hatte.

Die Elektricität scheint also aus dem elektrisirten Hauptconduktor durch den zugespitzten Stift von Innen herauszubrechen und wie ein Wind gegen die entfernten leitenden Körper zu strömen, so wie die Elektricität im Gegentheil in das elektrisirte Reibzeug von Außen hineinzufahren scheint. Beyde Wirkungen sind wieder in Hinsicht auf ihre Richtungen einander entgegengesetzt.

Man hat aber auch gefunden, daß es nicht von der Beschaffenheit des geriebenen Körpers allein, sondern auch mit von der Beschaffenheit seines Reibzeugs abhängt, ob er die positive oder negative Elektricität erhält. So bekommt z. B. glattes Glas mit Katzenfell gerieben die negative; Harz mit Schwefel, mit Metallen und mit matt geschliffenem Glase gerieben, die positive Elektricität.

Sechs und funfzigstes Kapitel.

Die Theorie der Elektricität.

Erst einen kleinen Theil der Apparate des Herrn Waltersdorf hatte Ferdinand kennen gelernt, als jener sich entschloß, seinem jungen Schüler die einleuchtendste Theorie der Elektricität vorzutragen, ehe er im Experimentiren weiter ging, theils um die bisherigen Erscheinungen so genau wie möglich zu erklären, und nicht vorher zu sehr Erscheinung auf Erscheinung zu häufen, theils auch, um

den hoffnungsvollen Jüngling zu den weitern elektrischen Erscheinungen geschickt vorzubereiten.

Die Theilchen aller Körper auf der Erde, fing er in der nächsten Stunde an, sind von vielen unsichtbaren, äußerst subtilen Stoffen umgeben, ohnstreitig von noch mehr feinen Stoffen, als wir wissen und denken. Einige solche Stoffe, wie Wärmestoff und Lichtstoff, haben wir schon (im 2ten und 3ten Theile) kennen gelernt. Ein besonderer Stoff, der von Natur sehr fest an den Theilchen der Körper haftet, ist noch der elektrische Stoff, die elektrische Materie oder das elektrische Fluidum. Aber selbst dieser Stoff besteht wieder aus zwey besondern durch eine gewisse Verwandschaft mit einander vereinigten Stoffen, wovon wir den einen + E (positiv elektrische Materie), den andern — E (negativ elektrische Materie) nennen können. So lange diese Stoffe innigst mit einander verbunden sind, so lange befindet sich der Körper, der das elek-

trische Fluidum enthält, im natürlichen unelektrischen Zustande, oder seine Elektricität ist Null. Bringt man sie aber aus ihrem natürlichen Gleichgewicht, so wirkt entweder + E oder — E auf andere benachbarte Körper. Eben so gut, wie Wärmestoff durch verschiedene Processe in Körpern frey gemacht oder entwickelt werden kann, läßt sich auch die elektrische Materie frey machen. Dies kann z. B. durch Reiben geschehen. Ist sie auf diese Art aus ihrem natürlichen Gleichgewicht gebracht, so ist + E und — E, jede für sich im Stande, frey zu wirken; und dann sagt man, der geriebene Körper zeige entweder positive oder negative Elektricität. Die freyen + E und + E, sowie — E und — E vereinigen sich nicht; sie stoßen vielmehr einander ab, gleichsam als Stoffe von einerley Gestalt und einerley Dichtigkeit, die sich schon selbst genug sind und keines gleichartigen Stoffs mehr als Zusatz bedürfen. Die freyen + E und — E aber vereinigen sich immer wie-

der, wenn sie nicht durch stärkere Kräfte nach andern Körpern hingezogen werden.

Wenn man nun die Elektrisirmaschine in Bewegung setzt, so kommt sowohl in dem geriebenen Körper, als in dem Reibzeuge das elektrische Fluidum aus dem Gleichgewicht. Bey den auf gewöhnliche Art eingerichteten Maschinen setzt sich, nach der Trennung des + E vom — E, das erstere um den geriebenen Körper, das andere um das Reibzeug als freye elektrische Atmosphäre. Das freye + E des geriebenen Körpers findet an dem freyen — E des Reibzeuges Beschäftigung, aber ohne daß beyde sich vereinigen können. In dem geriebenen Körper bleibt also — E und in dem Reibzeuge + E zurück. Hört jene Beschäftigung auf, so kehrt das freye + E des geriebenen Körpers wieder zu seinem zurückgebliebenen — E, das freye — E des Reibzeugs wieder zu seinem zurückgebliebenen + E zurück.

Die durch Reiben elektrisirten Körper bringen das

elektrische Fluidum auch in manchen ihnen nahe befindlichen Körpern, nämlich in den sogenannten Leitern, aus dem Gleichgewicht. Man sagt dann: sie elektrisiren diese Körper durch Mittheilung. So wirkt bey der Elektrisirmaschine das freye + E des geriebenen Körpers auf das elektrische Fluidum des Conduktors, und zieht das — E desselben an sich, folglich behält der Conduktor nur sein + E und zeigt also auch die positive Elektricität. Das freye — E des Reibzeugs hingegen zieht das + E seines Conduktors an sich; folglich behält der Conduktor des Reibzeugs sein — E und zeigt daher negative Elektricität. Im Dunkeln sieht man deutlich an den Saugspitzen des Conduktors, daß dieser etwas an den geriebenen Körper abgiebt, und nichts von ihm empfängt, obgleich man noch immer von Mittheilung spricht.

Nun giebt es aber auch Körper, nämlich die sogenannten Nichtleiter, in welchen sich das elek-

trische Fluidum nicht leicht durch Mittheilung aus dem natürlichen Gleichgewicht herausbringen läßt. Ist ein elektrisirter Leiter auf einen solchen Nichtleiter gestützt, so kann das freye + E oder — E jenes Leiters das — E oder + E des Nichtleiters nicht an sich ziehen, folglich auch nicht sich damit vereinigen. Der Nichtleiter bleibt unempfindlich oder gleichsam todt gegen alle ihn berührende + E oder — E. Man sagt dann, der Leiter sey isolirt.

Hängt man eine Kette an den positiven Conduktor der Elektrisirmaschine, so wird das freye + E des Conduktors stets mit dem — E des Bodens gesättigt, und kann daher keine Elektricität zeigen. Dasselbe ist der Fall, wenn man den Conduktor mit der Hand anfaßt, während die Maschine gedreht wird. Hängt man eine Kette an den negativen Conduktor (an den Conduktor des Reibzeugs), so wird das freye — E dieses Conduktors stets mit dem + E des Bodens gesättigt.

Leicht ist nun auch die Ursache zu begreifen, warum man von dem isolirten Reibzeuge (oder Gestelle, Conduktor des Reibzeugs) eine Kette auf den Boden herabhängen läßt, wenn man die volle Stärke der Elektricität des geriebenen Körpers benutzen will, und warum man die Kette eben so an den positiven Conduktor hängt, wenn man mit dem Reibzeuge oder negativen Conduktor ordentlich experimentiren will. Das + E des geriebenen Körpers und das — E des Reibzeuges würden sich nämlich in ihren Wirkungen ganz oder zum Theil aufheben, wenn sie einander nahe genug kämen. Der geriebene Körper kann also sein volles + E nicht zeigen, wenn er durch das nahe befindliche — E des Reibzeugs gestört wird; und umgekehrt kann das Reibzeug nicht mit seinem vollen — E wirken, wenn es von dem + E des geriebenen Körpers eine Störung erleidet. Man muß daher, wenn das + E des geriebenen Körpers ganz wirksam seyn soll, das — E

des Reibzeugs, und wenn man mit dem vollen — E des Reibzeugs Versuche machen will, das + E des geriebenen Körpers durch eine bis auf den Boden reichende Kette ableiten.

Wenn man den Knöchel eines Fingers (oder einen andern guten Leiter) an den elektrisirten positiven Conduktor hält, so sättigt sich das + E des Conduktors mit dem — E des Fingers. Hält man den Finger (oder einen andern guten Leiter) an den elektrisirten negativen Conduktor, so sättigt sich das — E des Conduktors mit dem + E des Fingers. Durch die schnelle Vereinigung des + E mit — E wird zugleich Licht (in Gestalt eines Funkens) entbunden.

Es springt nun auch bald in die Augen, daß das + E oder — E eines elektrisirten Körpers leichter nach dem — E oder + E eines andern Körpers hingleitet, wenn jener Körper eine Spitze hat, daß hingegen ganz glatte Körper die Mittheilung hindern müssen, weil sie nicht zum Abfließen der elektrischen

Materie geeignet sind. Hieraus ergiebt sich denn wieder leicht, warum der Conduktor, welcher die Elektricität beysammen erhalten soll, überall gut abgerundet und polirt seyn muß. Denn scharfe Ecken und Spitzen des Conduktors würden ihr freyes E sogar an das entgegengesetzte E der atmosphärischen Luft abgeben, wodurch denn natürlicherweise die Elektricität des Conduktors geschwächt werden müßte.

Jeder Leiter, der einem elektrisirten Körper bis auf eine gewisse Entfernung genähert wird, erhält an dem zugekehrten Ende die entgegengesetzte Elektricität; er zeigt also — E, wenn der elektrisirte Körper + E hat; und umgekehrt. Der isolirte Leiter empfing, wie wir oben sahen, an dem abgekehrten Ende die gleichnamige Elektricität mit dem elektrisirten Körper, z. B. + E, wenn das dem elektrisirten Körper zugekehrte Ende — E hat. Gesetzt, das zugekehrte — E des Leiters könnte sich nicht mit dem + E des elektrisirten Körpers vereinigen, weil ent-

weder der Mangel an Spitzen oder Ecken das Abfließen der elektrischen Materie unmöglich macht, oder weil vielleicht ein Nichtleiter zwischen beyden befindlich ist, welcher weiter nichts erlaubt, als daß der elektrisirte Körper das elektrische Fluidum des Leiters aus dem Gleichgewicht bringen kann, ohne eine Vereinigung des + E und — E zu verstatten. Sobald der Leiter aus dem elektrischen Wirkungskreise hinweggenommen würde, müßte die Elektricität des Leiters gleich wieder aufhören. Eine solche Art von Elektrisirung, welche kein Vereinigen des + E mit dem — E bewirkt, heißt die Vertheilung.

Herr Waltersdorf schloß diesmal die Stunde. Nach der bisherigen Theorie, dem sogenannten Symmerschen oder Dualistischen Systeme (von dem Naturforscher Symmer, oder dem System der Doppelmaterie) wollte er in der folgenden Stunde manche neue Erscheinung gut und ungekünstelt erklären. Ehe er seinen Schüler entließ, bemerkte er noch,

daß manche geschickte Physiker dem Franklinschen Systeme oder dem Systeme der Unitarier zugethan wären, daß nach diesem Systeme die elektrische Materie nur aus einem einzigen Stoffe bestehe, daß da das + E blos durch einen Ueberschuß, das — E durch einen Mangel der elektrischen Materie hervorgebracht werden sollte. — Mit froher Erwartung des folgenden Tages empfahl sich Ferdinand seinem Lehrer.

Sieben und funfzigstes Kapitel.

Die Franklinsche Tafel, die Kleistische Flasche und die elektrische Batterie mit den Ausladern.

Gleich zu Anfange der nächsten Stunde nahm Herr Waltersdorf eine Glastafel, durchwärmte sie wohl und legte sie zwischen zwey kleinere Zinntafeln, ohngefähr wie b Fig 5. Taf. I zwischen a und c, so daß von der Glastafel ringsherum noch ein Rand über die Zinntafeln vorsprang. Auf die Zinntafeln waren der Isolirung wegen ein Paar Glassäulen m

und n gekittet. (Es konnten dazu auch ein Paar mit Siegellack überzogene Weingläser genommen werden). Auf die obere Zinntafel setzte er das Glöckchen (oder auch einen metallenen Ring) d. Als er dieses Glöckchen auf die bewußte Art mit einer geriebenen Glasröhre elektrisirt, die obere Tafel a an dem Handgriffe a hinweggenommen und auch die Glastafel b entfernt hatte; so brachte er ein positiv elektrisirtes (+ E) Korkkügelchen an die Zinntafel a. Schnell wurde dieses Korkkügelchen abgestoßen. Er berührte nun die Zinntafel a mit dem Finger. Da gab es einen kleinen, aber deutlichen Funken. An der untern Tafel c wurde nicht die mindeste Spur von Elektricität wahrgenommen.

Beym Positiv-Elektrisiren hatte nämlich die Tafel a ihr — E an die geriebene Glasröhre abgegeben. Sie behielt blos ihr + E bey. Dieses freye + E der Tafel a hatte durch die dünne Glastafel hindurchgewirkt und die elektrische Materie in c

(durch Vertheilung) aus dem Gleichgewicht gebracht; es hatte das — E zu sich hingezogen, konnte sich aber nicht mit demselben vereinigen. Als daher die Tafel a an dem isolirenden Handgriffe abgenommen wurde, da mußte sie wohl, weil sie blos + E hatte, ein positiv elektrisirtes (+ E) Korkkügelchen abstoßen, und, mit dem Finger berührt, sich mit dem — E des Fingers sättigen, welches nicht ohne Lichtentwickelung, d. h. nicht ohne Funken geschah. Alsdann war die Elektricität der Tafel a wieder Null geworden. So lange die Tafel a mit ihrem durch Elektrisiren erhaltenen + E auf b lag, war das — E der Tafel c mit jenem + E der Tafel a beschäftigt. Als aber a hinweggenommen wurde, da sank das — E und + E der Tafel c wieder in den natürlichen unelektrischen Zustand zurück. Folglich zeigte c unter den beschriebenen Umständen keine Elektricität. Blos die Glastafel b war, als a mit seinem freyen + E noch auf b lag, Schuld daran,

daß sich dies freye + E nicht mit dem — E der Tafel c vereinigen konnte.

Wenn man aber c mit dem Finger berührt, während a elektrisirt wird, so kommen Funken daraus hervor. Nimmt man gleich darauf a und die Glastafel b hinweg, so zieht die Tafel c ein positiv elektrisirtes (+ E) Korkkügelchen an, und läßt aus sich einen Funken entlocken, da hingegen die Tafel a abermals ein positiv elektrisirtes (+ E) Korkkügelchen abstößt, und wieder, wie beym ersten Versuch, durch Berührung des Fingers einen Funken giebt. Beym Elektrisiren war nämlich wieder durch das freye + E der Tafel a die elektrische Materie in c aus dem Gleichgewicht gebracht; das — E der Tafel c beschäftigte sich mit dem + E der Tafel a; das freye + E der Tafel c hatte sich jetzt mit dem — E des Fingers verbunden, welches, wie gewöhnlich, unter Entwickelung eines Funkens geschah. Es blieb also in der Tafel c blos — E übrig. Dies

übrig gebliebene — E zog natürlich, sobald a und b hinweggenommen wurden, ein positiv elektrisirtes (+ E) Korkkügelchen an und sättigte sich bey der Berührung wieder mit dem + E des Fingers.

Das freye + E der Tafel c hätte man auch, während das — E derselben an dem + E der Tafel a beschäftigt war, durch eine mit dem Boden verbundene Kette ableiten können. Herr Waltersdorf that dies wirklich. Während er die Tafel a auf die beschriebene Art elektrisirte, ließ er einen Draht von der untern Fläche der Tafel c auf den Boden herabhängen. Dadurch entfernte sich das + E der Tafel c unaufhörlich, und nur — E blieb gleichsam an das + E der Tafel a gebunden. Nachdem das Elektrisiren einige Zeit fortgesetzt worden war, so mußte Ferdinand mit seiner einen Hand die obere Platte a, mit der andern die untere Platte c berühren. In dem Augenblicke dieser beyderseitigen Berührung spürte er eine Erschütterung in seinen Armen.

Herr Waltersdorf elektrisirte die Tafel a auch negativ (durch eine geriebene Siegellackstange oder durch den negativen Conduktor der Elektrisirmaschine). Da zog denn die Tafel a, nachdem er sie an dem isolirenden Handgriffe emporgehoben hatte, ein positiv e ektrisirtes (+ E) Korkkügelchen an, natürlich weil das + E der Tafel an das — E der Siegellackstange oder des negativen Conduktors der Maschine abgegeben war. Das übrig gebliebene — E der Tafel mußte also wohl das + E Korkkügelchen anziehen und dabey wieder einen kleinen Funken geben. Das — E der Tafel a brachte wieder das elektrische Fluidum der Tafel c aus dem Gleichgewicht. Es konnte sich nicht mit dem + E derselben vereinigen. Nur beschäftigt konnte das + E der Tafel c an dem freyen — E der Tafel a seyn. Die Elektricität der Tafel c wurde auch wieder Null, wenn man a von der Glastafel entfernte. Es fielen dann gleichsam + E und — E der Tafel c wieder zusammen. Be-

rührte man aber die Tafel c während des Elektrisirens der Tafel a mit dem Finger, und nahm man hernach a und b hinweg, so stieß die Tafel c ein positiv elektrisirtes (+ E) Korkkügelchen ab. Denn durch die Berührung mit dem Finger hatte sich das — E der Tafel c mit dem Finger gesättigt. Es blieb demnach in c blos das + E übrig, welches an dem — E der Tafel a beschäftigt war. Beym Abheben der Tafel a und der Glasplatte b hatte also c blos + E, und dieses + E mußte nun wohl ein + E Korkkügelchen abstoßen.

Alle diese Erscheinungen offenbarten sich auch, wenn a und c aus dünnen metallischen Belegungen, etwa aus aufgeklebter Zinnfolie (oder Stanniol) bestanden. So ist denn, sagte Herr Waltersdorf, die sogenannte Franklinsche Tafel eingerichtet, die eigentlich der Engländer Bewis zuerst angab, und die Franklin in der Folge zu vielen lehrreichen Experimenten benutzte. Man ladet diese Tafel,

wenn man die eine Belegung elektrisirt, während man die andere mit Leiter, z. B. durch eine Ableitungskette mit dem Zimmerboden in Verbindung setzt. Dadurch bekommen beyde Belegungen, die obere und die untere, auf die gewiesene Art die entgegengesetzte Elektricität, nämlich die untere Tafel — E, wenn die obere + E hat; oder umgekehrt. Man entladet diese Tafel, sobald die obere und untere Belegung mit einem Leiter verbunden wird. Bey dieser Entladung bricht ein starker Funken hervor; und wenn die menschliche Hand dieser Leiter ist, wenn man die eine Hand mit dem untern, die andere mit dem obern Belege in Berührung bringt, so empfindet man in den Gelenken beyder Arme eine starke Erschütterung, den sogenannten elektrischen Schlag oder Stoß, den ein Herr von Kleist im Jahr 1745 zuerst entdeckte, den aber fast zu gleicher Zeit auch die Naturforscher Cunäus und Mußschenbroek in Leiden wahrnahmen.

Statt der belegten Tafel wendet man mit mehr Vortheil gläserne Flaschen wie Fig. 3. Taf. I. an, die inwendig und auswendig (sowohl an der Seite, als auf dem Boden) bis zu einer gewissen Höhe mit Stanniol oder einem andern Metallblättchen belegt sind. Ein Draht mit einer blanken Kugel, gewöhnlich von Messing, reicht bis an das innere Belege auf den Boden der Flasche, und wird durch eine in der Flasche angebrachte Pappscheibe oder durch einen Trichter von Pappe, in aufrechter Stellung erhalten. Man nennt diese Flaschen Kleistische Flaschen (vom Herrn von Kleist) oder Leidener Flaschen (von den erwähnten Naturforschern in Leiden) oder auch Erschütterungsflaschen, Verstärkungsflaschen.

Herr Waltersdorf stellte die Flasche Fig. 3. Taf. I. auf einen Stuhl und den Stuhl so in die Nähe des positiven Conduktors der Elektrisirmaschine, daß die Kugel den Conduktor berührte. Er ließ die

Elektrisirmaschine ein Paarmal umdrehen und dann durch Ferdinands Hände das innere und äußere Belege der Flasche zugleich berühren. Da bekam Ferdinand eine so heftige Erschütterung, daß er davon zusammenfuhr. Hierauf mußte Ferdinand einen gekrümmten dicken Draht bey einem gläsernen Griffe in die Hand nehmen, und mit dem einen Ende des Drahts das innere, mit dem andern das äußere Belege der durch wiederholtes Elektrisiren geladenen Flasche berühren. In dem Augenblicke der Berührung entstand an der Flasche ein sehr lebhafter Funken mit einem ziemlich heftigen Schlage. Aber Ferdinand spürte nichts davon in seinen Armen, weil er einen isolirenden Griff in der Hand hatte, der ihn vor der Erschütterung sicherte. — Um das innere Belege der Flasche zu berühren, brauchte nur die Kugel ihres Drahts getroffen zu werden. Denn diese macht eine Fortsetzung des innern Beleges aus.

Weil Ferdinand die Theorie der Franklinschen

Tafel kannte, so verstand er auch leicht folgende Erklärung der an der Flasche wahrgenommenen Phänomene.

Wenn die Kugel der Flasche Fig. 3. den elektrisirten Conduktor der Maschine berührt, so giebt das innere Belege sein — E an den Conduktor ab. Es behält also + E. Dieses freye + E wirkt durch das Glas und bringt die elektrische Materie des äußern Beleges eben so wie bey der Franklinschen Tafel aus dem Gleichgewicht. Das — E des äußern Beleges findet an jenem + E des innern Beleges Beschäftigung. Wird nun das + E des äußern Beleges abgeleitet, z. B. dadurch, daß man die Flasche in der Hand hält, oder daß sie auf einem Stuhle steht; so müssen in dem Augenblicke, wo man inneres und äußeres Belege (+ E und — E) in Verbindung bringt, die freyen + E und — E dieser Belege wegen ihrer starken Anziehung mit der größten Schnelligkeit gegen einander fahren. Dies ist

immer mit einem Schlage verbunden. Die leitende Verbindung zwischen beyden Belegungen nennt man den Erschütterungskreis. Wenn er auch durch Umwege geführt wird, so hat dies doch keinen merklichen Einfluß auf die Stärke des Schlages.

Um letzteres zu beweisen, ließ Herr Waltersdorf mehrere Personen ins Zimmer kommen. Alle, auch Ferdinand, mußten sich mit den Händen anfassen. Nachdem die Maschine wieder in Aktivität gesetzt und die Flasche auf obige Art geladen war, so mußte die an dem einen Ende der Reihe befindliche Person das innere Belege, die Person an dem andern Ende der Reihe das äußere Belege berühren. In dem Augenblicke, wo dieses geschah, erhielten alle Personen in ihren Armen einen heftigen Schlag, so daß die ganze Reihe dadurch in eine zusammenfahrende Bewegung gerieth.

Einen Schall hörte man dabey eben nicht, auch sah man an der Flasche nur einen ganz kleinen Fun-

ken, natürlich wegen der schnellen Verbreitung durch eine so lange Reihe von Leitern, die noch dazu mit dem Boden des Zimmers (also wieder mit Leitern) in Verbindung standen. Etwas anders war es, wenn Herr Waltersdorf die Flasche mit dem gekrümmten Drahte entladete, dessen isolirenden Griff er in die Hand nahm. Da war der Erschütterungskreis klein (nur von der Länge des Drahts). Da mußte wohl der Schlag auffallend gehört und der Funken mit sehr lebhaften Lichte gesehen werden.

Daß sich die Flasche übrigens auch laden ließ, wenn man die Kugel (das innere Belege) in die Hand nahm und das äußere Belege an den Conduktor der Elektrisirmaschine hielt, war begreiflich. Alsdann wurde auf dem äußern Belege + E und auf dem innern — E frey, folglich mußten die Erscheinungen, wie bey jenem Versuch ausfallen. — Daß die ältesten Flaschen statt des innern Beleges mit Wasser oder mit

Metallspähnen gefüllt waren, erzählte Herr Waltersdorf beyläufig.

Herr Waltersdorf brachte darauf eine viel größere Flasche zum Vorschein, und lud sie. Da waren die Experimente beym Entladen viel wirksamer. Natürlich mußte hier auch wohl der elektrische Schlag und der Funken viel stärker ausfallen, weil bey der größern Flasche mehr + E und mehr — E auf dem innern und äußern Belege frey wurden.

Jetzt ließ Herr Waltersdorf einen Kasten wie Fig. 7. Taf. III. herbeytragen, worin eine ziemliche Anzahl auswendig und inwendig belegter Flaschen standen. Das innere Belege aller Flaschen war durch starke Drähte b in Verbindung gesetzt; und weil der Boden des Kastens, worauf die belegten Flaschenböden standen, gleichfalls mit Stanniol belegt war, so fand auch eine Verbindung des äußern Beleges aller Flaschen statt. Alle Flaschen zusammen konnten

nun als eine einzige sehr große Flasche angesehen werden.

Eine solche Verbindung von mehreren Flaschen, sagte Herr Waltersdorf, wird eine elektrische Batterie genannt. Diese kann, wie wir bald erfahren werden, von sehr großer Wirkung seyn. Alle Flaschen einer solchen Batterie werden geladen, wenn man nur das innere oder äußere Belege der einen Flasche, z. B. d, mit dem Conduktor der Elektrisirmaschine in Verbindung bringt. Gewöhnlich hat der Kasten, worin die Flaschen stehen, auf der Außenseite einen messingenen Knopf, der durch einen Draht mit dem innern Belege zusammenhängt. Von diesem Knopfe läßt man auch wohl noch eine Kette a auf den Zimmerboden herabhängen.

Ist nun die Batterie geladen, und bringt man mit dem gekrümmten Drahte c, dessen gläsernen Griff man in der Hand hält, inneres und äußeres Belege in Verbindung, so erhält man einen noch viel lebhaf-

tern und heftigern Funken, als bey der einzelnen Flasche. Dieser Funken wird der verstärkte Funken oder Batteriefunken genannt; im Gegensatze vom einfachen Funken, den der Conduktor der Elektrisirmaschine in der sogenannten Schlagweite (zwischen dem Conduktor und dem in die Nähe gehaltenen Leiter) giebt. Der höchste Grad der Ladung, einer Flasche sowohl, als einer Batterie, ist immer erreicht, wenn auf dem innern, gegen den Conduktor der Maschine gerichteten, Belege so viele + E frey geworden sind, daß sie dem + E des geriebenen Körpers das Gleichgewicht halten.

Ferdinand sah leicht ein, warum die Flaschen weder inwendig, noch auswendig, ganz bis an den Rand belegt werden durften. Er bemerkte sehr richtig, daß, wenn dieses geschähe, die Flaschen sich immer von selbst entladen würden. Alsdann würden ja die freyen + E und − E auf dem innern und äußern Belege immer so nahe seyn, daß sie sich von

selbst (ohne einem eigenen dazwischen gebrachten Leiter) vereinigen könnten. Wirklich, fuhr Herr Waltersdorf fort, entladen sich auch die Flaschen bisweilen von selbst, wenn sie überladen, d. h. zu stark geladen werden. Alsdann ist die elektrische Atmosphäre des + E und — E so groß geworden, daß eine Berührung oder Anziehung dieser beyden Atmosphären statt finden kann. Durch ein solches Ueberladen können die Flaschen leicht zersprengt oder durchlöchert werden.

Wenn eine Flasche oder Batterie entladen wird, so bleibt oft noch ein Rückstand, oder Residuum, etwas freyes + E und — E zurück. Denkt man nicht daran, so kann man die Flaschen, beym nachmaligen Laden, leicht überladen. Man muß also ja darauf Acht geben, ob ein solches Residuum in der Flasche geblieben ist.

Siegellack kann man recht gut in Alkohol (höchst rectificirtem Weingeist) auflösen. Ein solcher Ueber-

zug von aufgelöstem Siegellack über dem äußern unbelegten Rande, befördert die schnelle Ladung. Der Ueberzug verhindert zugleich, daß sich wässerigte Dünste an den unbelegten Rand setzen können. Solche Dünste würden (als Leiter) die Selbstentladung der Flaschen sehr befördern. — Der Physiker Cuthbertson hat bemerkt, daß die Wirkung der Batterie durch Hineinhauchen in die Flaschen verstärkt wird.

Jeder gekrümmte Draht mit isolirendem Handgriffe, womit man eine Batterie oder auch nur eine Flasche entladen kann, ohne selbst einen Schlag zu bekommen, führt den Namen Auslader (Excitator). Ein solcher Auslader Fig. 7. Taf. II besteht auch wohl aus zwey durch ein Scharnier verbundenen und an ihren Enden mit polirten Kugeln versehenen Drähten, die ebenfalls durch einen massiven Griff von Glas isolirt sind, und durch das Scharnier in verschiedene Entfernungen von einander gebracht werden können.

Noch weit nützlicher und bequemer ist der **Henleysche Auslader** (von dem Engländer Henley erfunden), auch **allgemeiner Auslader** genannt. Dieser besteht, Fig. 5. Taf. II., aus zwey horizontalen in isolirten Hülsen (oder in Hülsen, die auf ein Paar massiven Glassäulen ruhen) verschiebbaren Drähten, die an den gegen einander gerichteten Enden zugespitzt sind. Auch lassen sich an diese Enden nach Erforderniß kleine polirte Messingkugeln anschieben. Die äußern Enden dieser Drähte verlaufen sich gewöhnlich in ein Paar Ringe oder Haken. Zwischen den innern Enden der Drähte läßt sich ein kleines Tischchen, worauf man allerley Körper zu Versuchen legt, auf und nieder schieben. Will man den Auslader gebrauchen, so verbindet man den einen Draht mit dem äußern Belege der Batterie, vermöge einer dahin geleiteten Kette; mit dem andern Drahte aber berührt man, gleichfalls vermöge einer Kette, das innere Belege. Um dies zu thun,

befestigt man gewöhnlich die letztere Kette an den gemeinen Auslader (Fig. 7. Taf. II.) dessen isolirenden Griff man in die Hand nimmt. So ist dieser Auslader gleichsam als Fortsetzung der Kette anzusehen; mit ihm berührt man zum Entladen der Batterie die Kugel einer Flasche. Auf solche Art bringt man die + E und — E der geladenen Batterie zusammen.

Acht und funfzigstes Kapitel.

Die vornehmsten elektrischen Experimente, besonders diejenigen mit der elektrischen Batterie.

Herr Waltersdorf hatte die Versuche mit der elektrischen Batterie für eine Abendstunde aufgespart, weil sich das elektrische Licht in der Dunkelheit vorzüglich schön ausnimmt. Eine feine, wohl 40 Fuß lange blanke metallene Kette war auf Glasstäben, die Herr Waltersdorf an der Wand des Zimmers befestigt hatte, (wozu man auch seidene, an Nägeln hängende

Schlingen gebrauchen konnte) in Form von einer Guirlande in dem Zimmer herumgehängt. Das eine Ende der Kette wurde mit dem äußern Belege der Batterie, mit a Fig. 7 Taf. III., verbunden. Das andere Ende der Kette knüpfte Herr Waltersdorf an den einen Schenkel des gewöhnlichen Ausladers (Fig. 7. Taf. II.), dessen Griff er in der Hand hatte. Die Einrichtung war zugleich so gemacht, daß Herr Waltersdorf das innere Belege der Batterie mit dem andern Schenkel des Ausladers bequem berühren konnte. Das innere Belege der Batterie stand mit dem Conduktor der Elektrisirmaschine in Verbindung. Nachdem alle diese Zubereitungen gemacht waren, ließ Herr Waltersdorf die Lichter aus dem Zimmer bringen, die Maschine einigemal umdrehen und so die Batterie etwas laden, wobey er mit seinem Auslader in ziemlicher Entfernung von der Batterie blieb. Ferdinand mußte seine Augen nach den Stellen richten, wo die

Kette hing. Jetzt berührte Herr Waltersdorf das innere Belege der Batterie mit dem Auslader, um + E und — E zu vereinigen, folglich die Batterie zu entladen. In dem Augenblicke der Entladung war die ganze Kette auf das schönste illuminirt.

Der elektrische Funken schlängelte sich wie ein Blitz durch die Kette. Deswegen heißt, sagte Herr Waltersdorf, eine solche Kette auch Blitzkette. Der elektrische Funken findet nämlich an der Kette keine ununterbrochene Leitung. Er springt vielmehr von einem Kettengliede auf das andere über.

Daß der Funken immer vervielfältigt erscheint, wenn er auf seinem Wege keine ganz zusammenhängende Metallverbindung findet, zeigte Herr Waltersdorf auch an einer Flasche, wie Fig. 4. Taf. IV., deren inneres und äußeres Belege nicht zusammenhängend war, das vielmehr inwendig und auswendig aus auf einander treffenden Quadrätchen bestand, die mit ihren Winkeln an einander stießen.

Nachdem er die Batterie von dem Conduktor der Maschine entfernt hatte, so verband er mit demselben das innere Belege (oder die Kugel) der gewürfelten Flasche, die auf einem Tische stand. Durch ein Paar Umdrehungen der Maschine war die Flasche geladen. Schon beym Laden zeigte sich die Flasche schön illuminirt (weil das entweichende — E des innern Beleges von einem Quadrätchen auf das andere übersprang). Beym Entladen aber war diese Illumination noch weit schöner und lebhafter. Das Entladen verrichtete Herr Waltersdorf mit dem gemeinen Auslader (Fig. 7. Taf. II.), indem der den einen Schenkel des Instruments mit dem äußern, den andern mit dem innern Belege der Flasche in Berührung brachte.

Mit der sogenannten Blitztafel Fig. 4. Taf. III. konnte der Versuch schon ohne Batterie und ohne Flasche, blos mit dem einfachen Funken des Conduktors gemacht werden. Diese Blitztafel bestand

aus einer länglichten Glastafel a Fig. 4. Taf. III., etwa $1\frac{1}{2}$ Fuß lang und $\frac{1}{2}$ Fuß breit, auf welcher mittelst eines Lacks lauter kleine Stanniolstreifchen, wie bb, in der Gestalt eines Blitzstrahls geklebt waren. Ein metallenes Kügelchen c befand sich an dem einen Ende der Tafel, ein Stanniolstreifen d an dem andern gegenüberliegenden und zwar in einer Verbindung mit bb. Herr Waltersdorf nahm die Tafel bey dem Stanniolstreifen d in die Hand und hielt die Kugel c an den Conduktor der Maschine. Da sprang der Funken sehr schön wie ein Blitzstrahl durch die Tafel.

Eine ähnliche Erscheinung brachte die Spiralröhre Fig. 1. Taf. II. hervor. Die Glasröhre e f, etwa 1 Fuß lang, war schneckenförmig mit Stanniolstückchen beklebt. Herr Waltersdorf steckte diese Röhre in eine weitere gleich lange, mit messingenen Kappen d d versehene Glasröhre. Die messingenen mit Siegellack befestigten Kappen der zweyten Röhre

standen mit dem Stanniol der erstern Röhre in Verbindung. Bey der einen Kappe faßte Herr Waltersdorf die Röhre. Hielt er nun die andere Kappe in einer Entfernung von $\frac{1}{4}$ Zoll an den Conduktor der Maschine, so sah man wieder eine sehr schöne spiralförmige Illumination.

Auf dieselbe Art sah Ferdinand im Dunkeln auch leuchtende Namen, leuchtende Bilder, u. d. gl. Recht hübsch nahm sich auch im Dunkeln das leuchtende Ey aus. Herr Waltersdorf hielt nämlich ein weißes frisches Hühnerey zwischen dem Daumen und Zeigefinger der rechten Hand. Dann ließ er eine Flasche laden. Nun hielt er an das eine Ende des Eyes den Auslader, der mit dem äußern Belege der Flasche in Verbindung stand; mit dem andern Ende des Eyes aber fuhr er gegen die Kugel der Flasche. So erleuchtete der Funken das Ey sehr schön.

Vorzüglichen Gefallen hatte Ferdinand an

dem elektrischen Kartenspiele. Zwey Pappscheiben Fig. 5. Taf. V., etwa 1 Fuß im Durchmesser, waren durch ein Scharnier mit einander vereinigt. Die obere Scheibe enthielt mehrere (etwa acht) Spielkarten. Zur Aufnahme der Karten war nämlich die obere Pappscheibe in schicklicher Entfernung nach der Größe der Karten durchschnitten, und in die so entstandenen Oeffnungen waren die Karten geklebt. In der Mitte dieser Scheibe befand sich ein metallener Knopf. Die Mitte der untern Scheibe enthielt eine Höhlung (die nicht ganz durch die Dicke der Scheibe ging) von der Gestalt und Größe einer Karte. Ferdinand mußte aus einer Anzahl von Karten eine beliebige herausziehen, sie in jene Höhlung der untern Scheibe legen, und darauf diese Scheibe wieder durch die obere zudecken. Nun brachte Herr Waltersdorf das Scharnier, welches einen Haken enthielt, mit dem äußern Belege der wieder an den Conduktor der Maschine gerückten Batterie in Ver-

bindung. Eine an das innere Belege befestigte Kette hatte er an den einen Schenkel des gewöhnlichen Ausladers geknüpft, dessen Griff er in der Hand hielt. Die Batterie wurde etwas geladen. So wie nun Herr Waltersdorf den andern Schenkel des Ausladers mit dem Knopfe der obern Scheibe Fig. 5. Taf. V in Berührung brachte, sah man eine Karte schön erleuchtet, und zwar gerade diejenige, welche Ferdinand auf die untere Scheibe gelegt hatte.

Die Karten nämlich, welche Herr Waltersdorf in der Hand hielt, waren von derselben Art, wie die in der obern Scheibe befindlichen. Innerhalb jeder dieser Karten war ein Stanniolstreifen festgeklebt. Diese Streifen standen bey jeder Karte nach verschiedenen Richtungen hin, und zwar bey jeder Karte nach einer Richtung, die der gleichartigen Karte in der obern Scheibe zu ging, wenn man jene Karte auf die untere Scheibe gelegt hatte. So erstreckte sich z. B. der Stanniolstreifen in der Her-

zen=Dame, wenn die Karte zwischen den beyden Scheiben lag, nach der Herzen=Dame der obern Scheibe hin. Diese wurde also bey der Entladung der Batterie erleuchtet. Denn von dem Scharniere der Scheiben aus erstreckten sich in der untern Scheibe verborgene Metallstreifen bis nach der Mitte. Mit diesen Streifen war das äußere Belege verbunden. Dadurch, daß Herr Waltersdorf den Knopf der obern Scheibe mit dem Auslader berührte, der mit dem innern Belege der Batterie in Verbindung stand, fuhren die + E und − E der Belege gegen einander; der Funken schlug dabey durch den Stanniolstreifen der in der Mitte zwischen den Scheiben liegenden Karte nach derjenigen durchsichtigen Karte hin, auf welche die Richtung des Stanniolstreifens paßte.

Die leuchtenden Quadrate Fig. 6 Taf. V. nahmen sich im Dunkeln gleichfalls recht hübsch aus. Ein Quadrat a a in der Mitte einer Glastafel von

ohngefähr 1 Quadratfuß, war in vier kleinere Quadrate getheilt. Diese Quadrate waren mit einem Lack bestrichen und dann jedes für sich mit eignen Metallspähnen bestreut, z. B. das eine mit Kupferspähnen, das andere mit Messingspähnen, das dritte mit Zinnspähnen, das vierte mit Eisenspähnen. Der Lack hielt alle Metallspähne fest auf dem Glase. Stanniolstreifen b b am Rande der Tafel (die eine hölzerne Einfassung hatte) reichten bis auf eine Entfernung von etwa 1 Zoll nach dem Quadrate a a hin. Herr Waltersdorf hielt die Tafel bey einem Stanniolstreifen b in der Hand und brachte das Quadrat a a vermöge eines Drahts mit dem Conduktor der Maschine in Verbindung. Alsdann sprang der Funken in dem Quadrate von einem Metalltheilchen auf das andere. Dies gewährte im Dunkeln einen Anblick, wie den eines ununterbrochenen Blitzens.

Jetzt machte Herr Waltersdorf eine lange cylindrische Glasröhre, (wie Th. II. Taf. VI. Fig. 1.)

luftleer, und verschloß sie darauf mittelst des daran befindlichen Hahns. In dem einen Boden der Röhre war ein hineinwärtsreichender Draht mit einer kleinen Metallkugel, in dem andern Boden ein eben so hineinwärtsreichender Draht mit einer Spitze fest. Kugel und Drahtspitze standen ein Paar Zoll von einander (etwa wie in Fig. 2. Taf. II.). Brachte nun Herr Waltersdorf die Röhre mit dem Conduktor der Maschine in Verbindung, so sah man in der Röhre sehr schöne feurige Ruthen und überhaupt ein herrliches elektrisches Licht in dem luftleeren Raume der Röhre.

Herr Waltersdorf lud jetzt wieder die Batterie, und zwar ziemlich stark. Er befestigte an das eine Ende des gewöhnlichen Ausladers Fig. 7. Taf. II. einen Klumpen Baumwolle, den er mit Schwefelpulver, auch wohl mit zerstoßenem Colophonium bepuderte. Er legte das andere Ende des Ausladers an das äußere Belege der geladenen Batterie und mit

dem andern Ende fuhr er gegen das innere Belege (gegen die Kugel einer Flasche). In dem Augenblicke, wo die Entladung mit einem sehr starken blendenden Funken geschah, **entzündete** sich die **Baumwolle** und brannte mit heller Flamme.

Denselben Versuch machte jetzt Herr **Waltersdorf** auf folgende Art mittelst des **Henleyschen** Ausladers Fig. 5. Taf. II. Auf das Tischchen des Ausladers wurde die mit Schwefel= oder Colophoniumpulver bestreute Baumwolle gelegt. Die Drähte des Ausladers mit den Kügelchen wurden gegen die Baumwolle bis auf eine Entfernung von $\frac{1}{2}$ Zoll gerichtet. Dann wurde der eine Draht vermöge einer Kette mit den äußern Belege der Batterie in Verbindung gebracht. Eine Kette vom innern Belege befestigte man an den gewöhnlichen Auslader. So wie man nun mittelst desselben den andern Draht des Henleyschen Ausladers berührte, so vereinigten sich das +E und —E der beyden Belege, und fuhren an den Ku=

geln der Drähte des Henleyschen Ausladers gegen einander. Durch den starken Funken, der daselbst entstand, entzündete sich die Baumwolle augenblicklich.

Auf dieselbe Art setzte Herr Waltersdorf noch andere entzündliche Substanzen in Brand, z. B. Phosphor, Alkohol, Schießpulver, Zunder u. s. w., die er auf den Teller des Henleyschen Ausladers Fig. 5. Taf. II. zwischen die Drähte gebracht hatte.

Auch ein Licht wurde durch den Batteriefunken sehr schnell entzündet. Auf die Scheibe b eines hölzernen Leuchters a Fig. 6. Taf. III. wurde in die Mitte eine Nadelspitze gesteckt, und auf diese Spitze ein Licht, dessen Docht ein Klümpchen mit Colophoniumpulver bepuderte Baumwolle locker umgab. Zwey gegen einander gebogene Drähte d d waren gegen den Docht gerichtet. Die Entfernung ihrer Spitzen von einander war ohngefähr der Dicke jenes Baumwollenklümpchens gleich. Unten krümm=

ten sich die Drähte d d ringförmig, damit sie die mit der Batterie verbundenen Ketten aufnehmen konnten. Die eine Kette e wurde mit dem äußern Belege der Batterie verbunden. Die andere Kette f saß an dem gewöhnlichen Auslader fest. So wie Herr Waltersdorf mit diesem gegen das innere Belege fuhr (etwa wie g an b), entzündete sich auch das Baumwollenklümpchen und das Licht c.

Das elektrische Donnerhaus, womit auf eine so lehrreiche Art das Einschlagen des Blitzes nachgeahmt wurde, Fig. 4. und 5. Taf. IV., kam jetzt an die Reihe. Die senkrecht auf dem horizontalen Fußbrete f g stehende Giebelseite eines Hauses Fig. 4. hatte bey h ein viereckigtes Loch, worin nicht zu gedrängt, ein hölzernes Quadrat einpaßte. Ueber der Diagonallinie dieses Quadrats ging ein Draht hinweg. An der Giebelwand selbst waren gleichfalls zwey Drähte befestigt. Das untere Ende des einen ging an die obere Ecke des viereckigten Lochs, das

obere Ende des andern an die untere Ecke. Der obere Giebeldraht war zugespitzt, konnte aber auch mit einer kleinen Kugel versehen werden.

Herr Waltersdorf setzte den untern Giebeldraht durch eine Kette auf die bewußte Art mit dem äußern Belege der Batterie, den obern vermöge einer Kette und des gewöhnlichen Ausladers mit dem innern Belege in Verbindung. In dem Augenblicke dieser Verbindung sprang der Funken bey dem Quadrate h i über, (weil da die Unterbrechung des Leiters statt fand) und warf das Quadrat gewaltsam aus dem Loche.

Oben auf dem Dache eines Häuschens Fig. 5. war eine Drahtspitze, von welcher ein Draht an der Wand des Hauses herunter nach dem Boden hin ging. Das Ende dieses Drahts blieb etwa noch 1 Zoll vom Boden entfernt. Unter dem Drahtende lag eine Metallplatte mit entzündlichen Materien, z. B. mit Baumwolle, Werg u. d. gl. Die Platte lag auf einem Stanniolstreifen, von welchem aus ein Draht

durch die Wand nach der Aussenseite des Hauses hinging. Mittelst dieses an seinem Ende in einen Ring gekrümmten Drahts wurde eine Kette e nach dem äußern Belege der geladenen Batterie hingeleitet. Wurde nun der Auslader, der mittelst einer Kette wieder, wie oben, die Fortsetzung des innern Beleges bildete, in die Nähe des auf dem Dache emporstehenden Drahts gebracht, so vereinigten sich wieder die + E und — E der Belege, mußten aber, da die Leitung unterbrochen war, überspringen. Es gab also auch unten über der mit brennbaren Materialien gefüllten Metallplatte einen Funken, der diese Materialien schnell entzündete. — Es war dieses also in der That ein Einschlagen des elektrischen Funkens zu nennen.

In einem andern Häuschen, wie Fig. 5. Taf. IV. war oben von der Drahtstange des Hauses unter dem Dache hin bis an das Fenster a ein verborgener Draht

heruntergeführt. Von dem Fenster a bis an die Thür b war abermals ein verborgener Draht hingeleitet; und von der untern Schwelle der Thür aus wieder einer, der sich unten (zum Einhängen der Ausladekette) in einen Ring verlief. Das Fenster a war aus zwey auf einander liegenden Glastäfelchen gemacht. Zwischen ihnen war hinter einen Pappstreifen, der ein Rahmenstück des Fensters vorstellte, ein schmaler Stanniolstreifen geklebt, wovon man hin und wieder der Unterbrechung wegen ein Stück herausgeschnitten hatte. In der Thür befand sich ein unterbrochener Metalldraht, der auf den obern und untern Draht des Hauses seine Richtung nahm. Verband man nun die Ausladekette e des äußern Beleges der Batterie mit dem untern Theile des Hauses (oder des darin verborgenen Drahts) und brachte man die vom Dache emporragende Spitze auf die bewußte Art mit dem innern Belege der Batterie in Verbindung, so fuhr der elektrische Strahl an der unterbrochenen Metallleitung

hinab, zersplitterte durch sein Ueberspringen das Fenster und warf die Hausthür heraus.

Andere ähnliche Zersplitterungs- und Schmelzungsversuche machte Herr Waltersdorf auf folgende Art mit Hülfe des Henleyschen Ausladers Fig. 5. Taf. II. Zwey gleich große Glastäfelchen, etwa 4 Zoll lang und 1 Zoll breit, waren auf einander geleimt. Sie hatten einen festgeklebten strohhalmbreiten Streifen von Goldblättchen oder Stanniol zwischen sich, der hin und wieder durch (etwa 2 Linien breites) Hinwegschaben oder Hinwegschneiden unterbrochen war. Herr Waltersdorf legte ein solches doppeltes Glastäfelchen auf das Tischchen des Ausladers Fig. 5. Taf. II., und richtete die Spitzen der horizontalen Drähte so gegen das Täfelchen, daß sie auf jene Gold- oder Stanniolstreifen losgingen. Setzte er nun den einen Draht vermöge der Kette mit dem äußern Belege der geladenen Batterie in Verbindung, und berührte er mit dem gewöhnlichen Auslader, der

die vom innern Belege der Batterie auslaufende Kette enthielt, den andern Draht des Henleyschen Ausladers an dem äußern Ringe desselben, so wurde bey der Entladung der Batterie das Glastäfelchen durch den überspringenden Funken zersplittert und weit hinweggeschleudert.

Nun nahm Herr Waltersdorf ein Paar dünne Holztäfelchen, ohngefähr von der Größe und Breite jener Glastäfelchen. Auch sie waren inwendig mit einem dünnen Stanniol- oder Goldstreifen belegt, eben so, wie bey dem Glastäfelchen, mit hin und wieder statt findenden Unterbrechungen. Er brachte auch diese auf einander geleimten Holztäfelchen auf dieselbe Art auf das Tischchen und zwischen die Drahtspitzen des Henleyschen Ausladers, und verrichtete die Verbindung mit der Batterie und die Entladung derselben wieder eben so. Alsdann wurde das Holz zersprengt und aufgerissen.

Wenn aber Herr Waltersdorf einen dünnen Streifen von Gold= oder Silberblättchen, oder auch einen Staniolstreifen ununterbrochen zwischen die Holztäfelchen legte, diese Täfelchen mit seidenen Schnüren fest zusammenband, und wieder auf jene Art mittelst des Henleyschen Ausladers den Batterie=funken durch sie hindurchdringen ließ, so wurde das Metall entweder geschmolzen oder (bey einer star=ken Ladung) auch wohl verkalkt. Bleyweiß oder Mennige zwischen Leder gelegt, wurde so mit=telst des Henleyschen Ausladers durch den Batterie=funken in ordentliches metallisches Bley; rother Queckſilberkalk auf dieselbe Art wieder in fließendes Quecksilber verwandelt. Ein dünner Eisendraht mit den Drähten des Henley=schen Ausladers verbunden, wurde durch den Batte=riefunken glühend; ein Stanniolstreifen, eben so angebracht, wurde geschmolzen; von ei=nem mit Gold, oder Silber versponnenen Seiden=

faden wurde jenes Metall abgeschmolzen, ohne daß der Faden verbrannte u. d. gl. m.

Herr Waltersdorf nahm jetzt eine hölzerne Säule, die in einem hölzernen Fuße fest saß. Der obere Theil der Säule hatte einen Einschnitt, in den er mehrere zusammenliegende Kartenblätter hineinsteckte. Auf den beyden entgegengesetzten Seiten des Einschnitts befand sich in gleicher Höhe ein Loch; jedes Loch aber war mit einer Schraube von Messingdraht versehen, deren äußerstes Ende sich in einen Ring verlief. Durch diese Schrauben schraubte er die Karten fest auf einander. Brachte er nun die eine Schraube mit dem äußern Belege der Batterie in Verbindung, die andere mit dem gewöhnlichen Auslader, der zu dem innern Belege der Batterie gehörte, so wurden alle Karten, bey der Entladung der Batterie, von dem Funken durchbohrt.

Wie man eine Maus oder einen Vogel durch den elektrischen Funken tödten konnte,

sah Ferdinand auch leicht ein. Das Thier wurde in einem gläsernen Cylinder, dessen beyde Mündungen mit einem Stopfen verschlossen waren, zwischen die Drähte des Henleyschen Ausladers gebracht. Die Drähte mußten bis nahe an das Thier hinreichen. Die Entladung der mit dem Auslader auf die bewußte Art verbundenen Batterie tödtete das Thier augenblicklich.

Um Fische zu tödten, stellte Herr Waltersdorf die Batterie oder auch wohl nur eine einzige große Flasche A Fig. 3. Taf. IV. neben ein mit Wasser gefülltes hölzernes oder irdenes Gefäß c. In das Wasser desselben hängte er auf der Seite d die Kette des äußern Beleges. Auf der entgegengesetzten Seite wurde wieder eine Kette e eingehängt, woran der Auslader f befestigt war. Nachdem Herr Waltersdorf einige kleine Fische in das Wasser gelegt und die Batterie (oder die eine Flasche) geladen hatte, so brachte er, des Entladens wegen, den Aus-

lader f an das innere Belege der Batterie (oder an die Kugel der Flasche). In dem Augenblicke der Entladung wurden die Fische getödtet. — Auch wenn er an die eine der Ketten eine Maus mit dem vordern Theile ihres Kopfes hängte, die andere Kette an den hintern Theil des Leibes der Maus anbrachte, so daß die Maus in freyer Luft hing, und keinen andern Leiter berührte, so mußte dieses Thier bey der Entladung durch die elektrische Erschütterung sterben.

Zwey messingene, an ihren äußern Enden in Ringe gebogene Drähte a und b Fig. 2. Taf. II. wurden in runde Stückchen Korkholz gesteckt, welche genau in die offene Glasröhre c paßten. Einer dieser Drähte wurde zuerst mit seinem Pfropf in die eine offene Mündung der Glasröhre c geschoben und mit Siegellack verkittet. Alsdann füllte Herr Waltersdorf die Röhre mit Wasser und steckte den Pfropf auf der andern Seite so weit in die Mündung der

mit Wasser gefüllten Röhre, daß die Drähte einen Messerrücken breit von einander entfernt blieben. Nun verkittete er sie auch auf dieser Seite. Wenn er darauf eine von dem äußern Belege der Batterie herkommende Kette in b hängte, und in a die Kette des Ausladers, womit er das innere Belege traf, so wurde in dem Augenblicke der Entladung die Röhre zersprengt und das Wasser umhergeschleudert.

Auf den Tisch des Zimmers stellte Herr Waltersdorf eine Flasche, und mittelst seidener Schnüre hängte er einen Messingdraht (oder auch eine mit einer Kugel versehene Messingstange Fig. 6. Taf. IV.) an der Decke des Zimmers auf. An dem einen Ende verband er den Draht oder die Metallstange mit dem innern Belege der Flasche, an dem andern Ende aber bog er sie einige Zoll von der Thür entfernt herab. Von dem Schlosse der Thür an bis etwas über die Höhe des isolirt hängenden Drahts führte er einen

andern Draht so in die Höhe, daß dieser bey Oeffnung der Thür den hängenden Draht gewiß berührte. Nun führte er einen mit dem äußern Belege der Flasche verbundenen Clavierdraht, wo möglich in dem Zimmerboden verborgen, zur Thür hinaus und zog ihn außen an der Thür durch eine Strohdecke öfters hin und her, damit eine herankommende Person gewiß darauf trete. Er lud nun mittelst der Batterie die Flasche auf dem Tische, und ließ die Vorrichtung so stehen. Herr Waltersdorf wußte, daß bald darauf Jemand ins Zimmer kommen würde. Dies geschah. Die Person, welche die Thür öffnete, nahm durch den mit dem Thürschlosse verbundenen Draht den Funken an dem isolirten Drahte ab; der Funken sprang auf die Hand der Person, und erschütterte sie zum Schrecken derselben heftig. — Bey trockner Witterung war es sehr gut, wenn die Strohdecke vor der Thür, worauf die Person zu stehen kam, bisweilen angefeuchtet wurde.

An einer Uhr Fig. 2. Taf. V. mußte Ferdinand den Zeiger auf eine beliebige Stunde stellen. Unten mit einem an der Uhr befindlichen messingenen Ringe hatte Herr Waltersdorf die nach dem äußern Belege der Batterie hinlaufende Kette in Verbindung gebracht, und nachdem die Batterie geladen worden war, berührte er einen an der andern Seite des Uhrgehäuses hervorstehenden Metallknopf mit dem Auslader, der auf die bekannte Art die Fortsetzung des innern Beleges der Batterie bildete. In dem Augenblicke der Entladung hörte man einen Schlag in der Uhr und den Fall eines Körpers. Herr Waltersdorf öffnete eine an der Uhr befindliche Schiebelade b. Siehe da! in der Schieblade, die vorher leer war, lag eine Kugel mit derselben Stundenzahl, auf welche Ferdinand den Uhrzeiger gedreht hatte. Ferdinand mochte den Zeiger auf eine Stunde stellen, welche er wollte, so fiel jedesmal, wenn man auf obige Art den elektrischen Batteriefunken durch

die Uhr schlagen ließ, eine Kugel mit der gewählten Stundenzahl in die Schieblade.

Mit diesem Kunststücke hatte es folgende Bewandniß. Der Zeiger der Uhr saß auf dem Zapfen eines Rades fest, das sich hinter dem Zifferblatte umdrehte, sobald man den Zeiger herumbewegte. Der Umfang des Rades war in 12 Fächer getheilt. In jedem Fache lag eine kleine hölzerne mit derselben Stundenzahl bezeichnete Kugel, welche die gegenüberliegende Stelle des Zifferblatts enthielt. Die Kugeln folgten in derselben Ordnung wie die Zahlen des Zifferblatts auf einander, und zwar so, daß die Kugel mit der gewählten Zahl immer oben hin zu liegen kam, an eine Stelle, wo ihrem Fache Hinterwand fehlte, und die Kugel blos von der untern Kante eines Hebels b Fig. 3. gehalten wurde. Bewegte sich der Hebel aufwärts, so fiel die Kugel aus ihrem Fache heraus durch eine Röhre in die Schieblade.

Ein messingener Draht c ging von dem Metall-

knopfe aus bis oben an den hölzernen Hebel, der die Kugel vom Fallen abhielt. Ein anderer ähnlicher an seinem untern Ende in einen Ring gebogener Draht d ging von der andern Seite hinauf bis unter jenen Hebel. Wurde nun der eine Draht auf die beschriebene Art mit dem äußern, der andere mit dem innern Belege der Batterie verbunden, so sprang der Funken in der Nähe des hölzernen Hebels von einem Draht auf den andern. Durch die Erschütterung daselbst wurde denn der Hebel emporgehoben, so daß die Kugel aus ihrem Fache heraus durch die Röhre b in die Schieblade fallen mußte.

Oben hatte die Uhr einen vergoldeten Knopf a, der sich abnehmen ließ, um die in die Schieblade gefallene Kugel wieder (durch ein oberes Röhrenstück) in ihr Fach zu werfen.

Nachdem Herr Waltersdorf auch noch in einem hölzernen lackirten Mörser, sowie in einer hölzernen lackirten Kanone und Pistole Schieß-

pulver durch den Batteriefunken entzündet und dadurch einen Stopfen ziemlich weit fortgetrieben; auch eben so eine mit Knallluft und Knallpulver versehene Pistole (die Pickelsche Geschwindpistole) entladen hatte, so schloß er seine Experimente mit der Elektrisirmaschine durch folgenden Versuch.

Er trat auf ein gutes Isolirgestelle und nachdem er die Batterie hatte laden lassen, so berührte er die Kugel einer Flasche. Er streckte seine Zunge hervor. Ferdinand aber mußte ein langes Stück trocknen Zunderschwamm zwischen die Finger nehmen und damit beynahe bis zum Berühren gegen Herrn Waltersdorfs feuchte Zunge fahren. Anfangs erblickte Ferdinand ein bläulichtes elektrisches Licht an der Zunge; aber bald entzündete sich auch der Zunderschwamm, und dadurch wurde natürlich auch die Farbe des Lichts abgeändert. Herr Waltersdorf empfand dabey nichts auf seinem Isolirgestelle.

Nur mußte das Stück Zunder lang genug seyn, damit zwischen der Zunge des Herrn Waltersdorf und den Fingern des Ferdinand kein Funken entstehen konnte. —

Auch an der Uhrkette, und an den Schnallen des Herrn Waltersdorf konnte so ein Stück Zunderschwamm entzündet werden. Ja, sogar an Wasser in einem Glase, das Herr Waltersdorf in der einen Hand hielt. Das Wasserglas durfte nur außerhalb keinen anhängenden Wassertropfen haben. Auch mußte Herr Waltersdorf das Glas in die Hand nehmen, ehe er eine Kugel der Batterie anfaßte, und einen Finger in das Wasser tauchen. Fuhr nun Ferdinand mit dem Zunder in das Wasser, so wurde dieser bald entzündet.

Einige Uebung gehörte allerdings zu diesen Versuchen, sowie ein gutes Isolirgestelle und eine stark geladene Batterie.

Neun und funfzigstes Kapitel.

Vom Elektrophor und von den elektrischen Lampen.

In der folgenden Stunde legte Herr Waltersdorf einen kreisrunden, auf der Oberfläche ebenen und glatten Harzkuchen, der in eine flache hölzerne unten mit Stanniol bezogene Form gegossen war, auf den Tisch. Zu diesem Harzkuchen gehörte eine zinnerne oder auch eine hölzerne, überall (oben, unten und zur Seite) mit Stanniol bezogene Scheibe mit drey oben zusammengebundenen seidenen Schnü-

ren, die als Handgriff dienten. Der Harzkuchen hatte ohngefähr 2 Fuß im Durchmesser; jene Zinn- oder mit Stanniol überzogene Holzscheibe war einige Zoll kleiner. Herr Waltersdorf legte die letztere, welche wir vorerst Metallscheibe nennen wollen, ohne sie zu berühren, vermöge der isolirenden seidenen Schnüre so auf den mit Katzenfell stark geriebenen oder mit einem Fuchsschwanz heftig und wiederholt geschlagenen Harzkuchen, daß ihre Mitte ohngefähr auf die Mitte des Harzkuchens zu liegen kam. Als er sie eben so, ohne sie berührt zu haben, wieder abnahm, war sie gegen ein an einem seidenen Faden hängendes Korkkügelchen ganz unempfindlich, und gab bey der Annäherung des Fingers nicht den mindesten Funken. Er legte die Metallscheibe wieder auf den Harzkuchen, und während sie lag, berührte er sie mit dem Finger. Da spürte er ein leises Stechen in dem Finger, und zugleich sah er einen kleinen Funken. Als er die Metallscheibe an dem

isolirenden Handgriffe abnahm, zog sie ein Korkkügelchen an und stieß es sogleich wieder ab; ein anderes positiv elektrisirtes Korkkügelchen wurde von ihr abgestoßen, und bey der Annäherung des Fingers an ihren Rand, gab es einen sehr lebhaften Funken.

Diese elektrische Vorrichtung, sagte Herr Waltersdorf, nennt man den Elektrophor oder beständigen Elektricitätsträger. Der Dänische Naturforscher Wilke erfand ihn im Jahr 1762; der Italiener Volta machte ihn im Jahr 1775 zuerst bekannt. Er besteht aus der Basis b und c Fig. 4. Taf. I. und aus dem Teller oder Deckel (der Metallscheibe) a mit den seidenen Schnüren. Die Basis ist zusammengesetzt aus dem Kuchen b und der Form c. Das Harz zu dem Kuchen (etwa aus 2 Theilen Schelllack, 3 Theilen Colophonium und ½ Theile Venetianischem Terpentin) wird ein Paar Linien dick in die Form gegossen, die aus

einer hölzernen mit einem Rande versehenen und unten mit Stanniol bekleideten Scheibe, größer als der Deckel, besteht. Sobald die Harz-Composition in die Form gegossen ist, so nimmt man eine hölzerne Walze (wie diejenige, womit die Bäcker den Kuchenteig walzen) taucht sie in Wasser und walzt damit das heiße Harz zu einer ebenen, überall gleich hohen Oberfläche. Denn das Harz läßt sich unter diesen Umständen wie Teig ausdehnen, ohne daß sich etwas an die Walze hängt; und so kann man die Oberfläche des Harzes zu einer vollkommen ebenen Fläche bilden. Die Glätte erhält die Oberfläche zuletzt durch Abschleifen mit Bimstein und durch Poliren mit Bimsteinmehl oder feinem Bimsteinpulver.

Besonders schön sieht man an dem Elektrophor die elektrische Vertheilung. Wenn man nämlich den Harzkuchen b mit Katzen- oder Fuchspelz reibt, so wird auf seiner Oberfläche — E frey. Setzt man nun den Teller a vermöge des isolirenden Handgriffs

auf den Kuchen, so bringt das freye — E dieses Kuchens die elektrische Materie des Tellers aus dem Gleichgewicht; es sucht Beschäftigung an dem + E des Tellers, kann sich aber, weil keine Ecken und Spitzen da sind, nicht mit ihm vereinigen. Da das + E des Tellers nach dem Harzkuchen hingewandt ist, so haftet das — E des Tellers auf seiner obern Fläche. Alle übrigen E in dem Kuchen und in der Form trennen sich natürlich ebenfalls von einander, so daß immer ein E an dem andern entgegengesetzten Beschäftigung findet, nach der in der Figur dargestellten Ordnung.

Hebt man den Teller a, ohne ihn berührt zu haben, wieder in die Höhe, so sinken alle zu einander gehörenden E wieder zusammen, und die ganze Vorrichtung zeigt keine Spur von Elektricität. Berührt man aber den aufgesetzten Deckel mit dem Finger, so bricht mit leisem Knistern ein Fünkchen hervor, weil das — E des Deckels sich mit dem + E des Fingers

sättigt. Er bleibt dann so lange todt, bis man ihn an dem Handgriffe in die Höhe hebt. Nun stößt er, weil er blos noch freyes + E hat, ein + E Korkkügelchen ab, und wenn man ihn mit dem Finger berührt, so vereinigt er sich mit dem — E des Fingers und giebt einen lebhaften Funken. Nun ist auch die Elektricität des Deckels wieder erloschen.

Herr Waltersdorf isolirte jetzt die Basis des Elektrophors dadurch, daß er die Form auf ein kleines Isolirgestelle setzte. Ferdinand mußte mit der einen Hand die untere Fläche der Form, mit der andern zugleich die obere Fläche des aufgesetzten Deckels berühren. Augenblicklich spürte er in den Armen eine elektrische Erschütterung, natürlich, weil das obere — E des Deckels sich mit dem untern + E der Form schnell vereinigte. Der aufgehobene Deckel zeigte dann wieder positive Elektricität, weil sein — E hinweggegangen war; die isolirte Form aber zog ein + E Korkkügelchen an, weil sie ihr unteres + E an die

Hand abgegeben und nur ihr — E behalten hatte; deswegen erzeugte sie auch bey der Berührung mit dem Finger einen kleinen Funken.

Der Elektrophor, womit Herr Waltersdorf bisher experimentirte, war ein sogenannter Harz-Elektrophor. Er zeigte aber auch einen Glas-Elektrophor, welcher aus einem runden Spiegel (einer runden auf der untern Seite foliirten Glastafel) und einem zinnernen mit einem gläsernen (oder seidenen) Griffe versehenen Teller bestand. Rieb er nun die obere Fläche des Glases mit dem Glasreibzeuge (auf Leder gestrichenen Amalgama); so brachte der Glas-Elektrophor dieselben Wirkungen wie der Harz-Elektrophor an's Licht, nur daß hierbey die Art der Elektricität immer entgegengesetzt war. Die Effekte des Glas-Elektrophors springen leicht in die Augen, wenn man Fig. 4. Taf. I. aus den negativen Zeichen positive, und aus den positiven negative macht. Denn auf der Oberfläche des Gla-

ses wird ja durch das Reiben mit Amalgama + E frey; und danach verändern sich auch alle übrigen Zeichen.

Hat man den Elektrophor einmal gerieben, so behält er seine elektrische Kraft oft Monate lang bey. Deswegen gab ihm auch Volta den Namen beständiger Elektricitätsträger. Denn durch das Aufsetzen des Tellers wird ihm, z. B. wenn er ein Harz-Elektrophor mit geriebenem Kuchen ist, sein freyes — E nicht genommen. Nur durch Risse, Staub, Feuchtigkeit u. d. gl. verliert er nach und nach seine Kraft. Je größer er übrigens bey sonstiger guter Einrichtung ist, desto stärker ist auch seine Wirkung. Mit Elektrophoren von 2 bis 3 Fuß kann man schon recht gut eine Flasche laden. Wirklich that dies auch Herr Waltersdorf. Er setzte den Deckel wohl 30 mal hinter einander auf den Kuchen; den stets berührten und an dem isolirenden Griffe wieder aufgehobenen Deckel brachte er eben so

viele Male an die Kugel einer Flasche und lud sie dadurch. Beym Entladen der Flasche entstand ein ziemlich starker Schlag und lebhafter Funken. — Einen sehr großen Elektrophor verfertigte der geschickte Mechanikus Klindworth in Göttingen. Der Kuchen dieses Elektrophors enthielt 7 Fuß, der Deckel 6 Fuß im Durchmesser.

Eine sehr interessante Anwendung des Elektrophors sah Ferdinand an der elektrischen Lampe, wovon Herr Waltersdorf drey verschiedene Arten hatte, Fig. 1. und 2. Taf. IV. und Fig. 1. Taf. V. Die Einrichtung dieser von Fürstenberger zu Basel erfundenen und hernach von Ehrmann und andern Physikern verbesserten Lampen, womit man sehr schnell durch bloße Umdrehung eines Hahns ein Licht anzünden kann, gründet sich auf die Anzündung der brennbaren Luft (des Wasserstoffgases) durch den elektrischen Funken.

Von zwey gläsernen Gefäßen a und b. Fig. 1. Taf. IV. dient das eine zum Behältniß für die brennbare Luft, das andere zur Füllung mit Wasser. An das untere Gefäß b ist bey h ein messingener Ring gekittet; die Hälse beyder Gefäße aber sind mit messingenen Kappen c und d versehen, welche vermöge der messingenen Röhre p eine Communikation mit einander haben. Die Röhre p besitzt einen Hahn, welcher, wenn er geöffnet ist, das Wasser aus dem Gefäße a durch eine enge Glasröhre f in das untere Gefäß b laufen läßt. An die Kappe d ist die Seitenröhre g g mit dem Hahn f angelöthet. Diese Seitenröhre g g endigt sich oben in eine dünne Röhre k mit einer engen Mündung. Sobald sich nun das Wasser aus a durch die Röhre f in das Gefäß b ergießt, so wird dadurch ein Theil brennbarer Luft aus b durch die Seitenröhre g g getrieben. Diese Röhre umgiebt ein hölzerner Teller i i, worauf zwey hölzerne Säulen l l stehen, welche sich um ihre

Achsen drehen lassen. Auf der einen Säule ist eine messingene Hülse m befestigt, auf der andern aber eine gläserne n. Durch jede dieser beyden Hülsen lassen sich messingene Stäbchen o o schieben, deren innere Enden stumpf, die äußern aber in Häkchen umgebogen sind, um Ketten oder Drähte daran zu hängen.

An dem einen Häkchen befindet sich die Kette x, die durch den Haken r an die Seitenröhre g g gehängt werden kann. Die Kappe d ist durch den Stanniolstreifen q mit dem Ringe h in leitender Verbindung. Steht nun das ganze Instrument auf dem Tische und auf dem Fußboden, ohne isolirt zu seyn, so ist das Stäbchen m o mit dem Erdboden verbunden. Wenn dann das Stäbchen t o mit dem Conduktor der Maschine oder mit dem aufgehobenen Deckel eines geriebenen Elektrophors oder mit einer geladenen Flasche ꝛc. in Verbindung gebracht wird, so entsteht ein Funken zwischen beyden Stäbchen.

Nun kommt es darauf an, die elektrische Lampe richtig zu gebrauchen. In dieser Absicht stellt man die beyden Stäbchen o o so, daß ihre Enden etwa $1\frac{1}{2}$ Linien weit von einander kommen, und daß der zwischen ihnen entstehende Funken nahe über der Mündung der Röhre k hingehen muß. Man füllt dann das obere Gefäß a mit Wasser, das untere mit brennbarer Luft. Beyde bringt man mit verschlossenen Hahnen gehörig zusammen. Nun öffnet man zuerst den Hahn e, damit etwas Wasser durch die Röhre f in das Gefäß b komme, wodurch die brennbare Luft ein wenig zusammengedrückt wird. Hernach öffnet man auch den Hahn l, damit die zusammengepreßte Luft aus der Mündung der Röhre k ströme. Unmittelbar hierauf läßt man zwischen den beyden Stäbchen m o und n o einen elektrischen Funken entstehen, welcher den Strom der brennbaren Luft, und durch diesen ein daran gehaltenes Licht entzündet. Soll die Flamme erlöschen, so wird zuerst der Hahn l und dann auch e wieder verschlossen.

Brander in Augsburg war einer der ersten, der diese Lampen verbesserte. Bey seinen Lampen ging die Röhre zwischen beyden Gefäßen durch einen Korkstöpsel hindurch, der auf das untere Gefäß gesteckt wurde. Auch gab er dem obern Gefäße eine Oeffnung, um durch den Druck der äußern Luft auf die Wasserfläche den Ausfluß des Wassers zu befördern. Die Seitenröhre brachte er nicht an der Zwischenröhre, sondern selbst am untern Gefäße an.

Bey der von Ingenhouß verbesserten elektrischen Lampe, Fig. 2. Taf. IV. diente der untere Hahn c, die Kugel b mit brennbarer Luft anzufüllen, und das Wasser, welches aus dem Baßin a durch die Röhre f in die Kugel b fällt, zu verschließen. Die kleine Spitze i wird gebraucht, ein Wachslicht darauf zu stecken. Die eine Säule g ist von Messing, oben mit einer messingenen Kugel versehen. Die andere h aber ist von Glas, oben mit einer Hülse, in welcher

sich der Draht n hin und her schieben läßt. An das Ende des Drahts n läßt sich eine Kugel schrauben.

Heutiges Tages sind die elektrischen Lampen sehr zweckmäßig und hübsch wie Fig. 1. Taf V. eingerichtet. Die gläsernen runden Gefäße a und b sind durch einen äußern messingenen Ring mit einander verbunden. Die Röhre d geht in das untere Gefäß b bis nahe an den Boden. Durch die Röhre d geht ein Hahn, womit man die Röhre öffnen und verschließen kann. Das Gefäß a ist oben offen; es wird blos ein zierlicher messingener Deckel darauf gesetzt.

Man vermischt sehr vorsichtig in einer irdenen Schüssel Vitriolöhl mit warmem Wasser (ohngefähr 6 Theile Wasser zu 1 Theil Vitriolöhl); und bringt diese Flüssigkeit durch das obere Gefäß a in das untere b. Wirft man nun Zinkstückchen oder reine Eisenfeile hinein, so entwickelt sich in dem Gefäße b die brennbare Luft, welche nach und nach die in b befindliche verdünnte Vitriolsäure in das obere Ge-

fäß a hineintreibt. So kommt der inwendige Theil der Röhre d unter Wasserstoffgas. — Am besten ist es freylich, wenn man dieses Füllen der Lampe von einem Mechanikus oder einem andern erfahrnen Mann verrichten läßt. Das Nachwerfen der Zinkstücke kann man in der Folge leicht selbst, um, wenn es an brennbarer Luft fehlt, diese von neuem entwickeln zu lassen.

In dem Fußgestelle c befindet sich eine Schiebslade, worin ein kleiner Elektrophor liegt. Dieser Elektrophor hat seinen zinnernen Deckel an einem aus Glasröhren oder Glasstäben zubereiteten Scharniere. In einer Entfernung von ein Paar Zollen von dem Deckel des Elektrophors sitzt ein Draht fest, der an seinem untern Ende eine kleine Kugel enthält, mit seinem obern Theile aber einen andern Draht aufnimmt, der sich bis nahe an die Mündung der Röhre e fort erstreckt. Hier geht er, in eine Spitze sich endigend, isolirt durch die gläserne Hülse eines

kleinen Gestelles, das der Spitze jenes Drahts gegenüber einen ähnlichen Draht mit einer ähnlichen Spitze enthält. Beyde Spitzen sind horizontal gegen einander gekehrt und kaum $1\frac{1}{2}$ Linien von einander entfernt. Auf sie stößt genau die Mündung der Röhre e, und ganz nahe unter dieser Mündung steckt ein Wachslicht in einem kleinen messingenen Röhrchen. Zwischen den Drahtspitzen soll nun ein elektrischer Funken entstehen, welcher den aus der Mündung e der Röhre d dringenden Strom Wasserstoffgas und durch diesen auch das Licht entzünden muß. Dies geht auf folgende Art zu. Von dem Hahne e aus erstreckt sich eine seidene Schnur hinunter durch die oberste Decke des Fußgestelles bis zum Teller des Elektrophors. Sie ist an diesen Teller so befestigt, daß der Teller bey Drehung des Hahns e in die Höhe gehoben wird (wegen des Anspannens der Schnur), und zwar so weit, daß er gerade in dem Augenblicke an die bewußte Kugel des Drahts

stößt, wo der Hahn einem Strome brennbarer Luft das Herausströmen verstattet. In demselben Augenblicke muß es oben vor der Mündung der Röhre d und vor dem Lichte zwischen den beyden Drahtspitzen einen Funken geben.

Wenn nämlich der Elektrophor durch ein Katzenfell gerieben oder durch einen Fuchsschwanz gepeitscht worden ist, so ist dadurch auf seiner Oberfläche — E frey geworden. Dieses — E beschäftigt sich mit dem + E des aufliegenden Tellers. Um das — E des Tellers hinwegzuschaffen, so berührt dieser einen etwa 1 Zoll langen, am Rande des Harzkuchens befestigten und mit andern Leitern des Fußgestelles verbundenen Stanniolstreifen. Mit diesem Streifen sättigt sich das — E des Tellers. Hebt man nun letztern vermöge der beschriebenen Drehung des Hahns e in die Höhe, so hat der Deckel blos noch + E. Er stößt aber beym Emporheben an die mit einem Draht zusammenhängende Metallkugel, und

vereinigt sich hier schnell mit dem — E dieses Leiters, der oben vor der Mündung e der Röhre d unterbrochen ist, in der Nähe aber wieder einen Leiter (einen spitzigen Draht) findet, von welchem das — E zu ihm überspringt. So entsteht also zwischen den beyden Drahtspitzen der Funken, welcher die brennbare Luft und durch diese das Licht entzündet.

Daß die ganze Vorrichtung, die besonders zur Nachtzeit, um schnell Licht zu bekommen, sehr nützlich ist, akkurat verfertigt seyn muß, konnte Ferdinand leicht begreifen. Eben so sah er leicht ein, daß es nöthig war, den Hahn e sogleich wieder in seine vorige Stelle zu drehen und die Röhre d zu verschließen, wenn man einen Theil brennbare Luft zum Anzünden des Lichts hatte herausströmen lassen. Wird die elektrische Lampe, setzte Herr Waltersdorf hinzu, vor Staub und Feuchtigkeit bewahrt, so bleibt sie lange, vielleicht einen ganzen Monat, wirksam, ohne daß man nöthig hat, den Harzkuchen des Elektrophors wieder zu reiben oder zu peitschen.

Sechzigstes Kapitel.

Von dem Condensator der Elektricität, und von dem medizinischen Nutzen dieser merkwürdigen Kraft.

Von dem Condensator oder Conservator der Elektricität, auch Mikro=Elektrometer genannt, welcher dient, sehr schwache Grade der Elektricität bemerkbar zu machen, brachte Herr Waltersdorf seinem Schüler folgenden kurzen Begriff bey.

Dieses von dem Italiener Volta erfundene Werkzeug besteht, eben so wie der Elektrophor, aus einer Basis und einem beweglichen Deckel. Zur Basis wird aber nur ein sogenannter Halbleiter, z. B. eine trockne Marmorplatte genommen, welche gar keine Elektricität besitzen darf. Beym Gebrauch setzt man den Deckel auf die Basis und bringt ihn mit demjenigen Körper in eine leitende Verbindung, dessen Elektricität untersucht werden soll. Er empfängt dann einen solchen (geringen) Grad von Elektricität, als der Körper ihm zu geben im Stande ist. Die erlangte Elektricität des Deckels bewirkt in der Basis eine schwache Vertheilung. Dadurch wird die Elektricität des Deckels selbst gebunden, so daß letzterer, bis auf einen gewissen Grad, wiederholt neue Elektricität aus dem Körper aufzunehmen vermag. Wenn man nun den Deckel an dem isolirenden Handgriffe in die Höhe hebt, so wird seine gebundene und angehäufte Elektricität frey, und

zeigt sich durch Anziehen, Abstoßen und sogar durch Funken, in viel größerer Stärke, als sonst zu bemerken möglich wäre.

So giebt nun der Condensator der Elektricität ein Mittel ab, die schwache Elektricität zu untersuchen, welche sich beym Berühren verschiedener Metalle, beym Aufbrausen, Verdampfen und andern chemischen Operationen, oder auch blos durch Erwärmung und Abkühlung (wie bey verschiedenen Mineralien, z. B. dem Turmalin, dem Brasilianischen Topas, dem Boracit, dem crystallisirten Galmey rc.) erzeugt.

In medizinischer Hinsicht ist die Elektricität gewiß aller Beachtung werth. Oft hat man sie schon mit großer Wirkung nicht blos zur Heilung von manchen Krankheiten, z. B. von Lähmungen, von rheumatischen Uebeln, von Zahnweh, von Entzündungen rc., sondern auch zur Wiederbelebung von Scheintodten, z. B. von Ertrun-

kenen, Erstickten ꝛc. angewandt. Den Patienten setzt man gewöhnlich auf einen Isolirstuhl, läßt ihn den Conduktor der in Aktivität gesetzten Elektrisirmaschine berühren, und zieht Funken aus ihm, vorzüglich aus den leidenden Theilen (etwa mit der messingenen Kugel Fig. 6. Taf. IV. deren messingene Stange man in die Hand nimmt). Bisweilen bedient man sich hierbey auch, aber mit großer Vorsicht, des verstärkten Funkens. Dabey ist oft der Henleysche Auslader sehr nützlich, um den elektrischen Schlag durch einen gewissen Theil des Körpers (z. B. durch eine lahme Hand oder durch ein lahmes Bein) gehen zu lassen.

Bey der Anwendung dieser sogenannten medizinischen Elektricität zur Wiederbelebung der Scheintodten applicirt man gewöhnlich schwache Schläge, die man nach und nach verstärken kann, auf die Herzgrube. Man kann leicht denken, daß es zur Bequemlichkeit nöthig ist, hierzu besonders gestaltete Auslader verfertigen zu lassen.

Auch auf die organischen Processe der Natur zeigt sich die Elektricität sehr wirksam. Das bemerkt man an der Vegetation der Pflanzen; das sieht man unter andern auch daran, daß durch die Elektricität Eyer leichter wie gewöhnlich ausgebrütet werden können. — Wie manche Erscheinung auch in der Luft vorgeht, woran die Elektricität vielen Antheil hat, wirst du, lieber Ferdinand, in der Folge hören.

Ein und sechzigstes Kapitel.

Vom Galvanismus.

Gleich zu Anfange der folgenden Stunde bekam Ferdinand vom Herrn Waltersdorf ein etwa 6 Zoll langes Zinkstäbchen und einen silbernen Theelöffel dargereicht, mit der Bitte die Zinkstange über, den silbernen Löffel unter die Zunge, oder auch die Zinkstange an das rechte, den Löffel an das linke obere Zahnfleisch zu legen, und dann die Metalle selbst vorn in Berührung zu bringen. Ferdinand that dieses; und in dem Augenblicke, wo sich

beyde Metalle berührten, sah er einen Blitz vor den Augen (den aber nur er allein und keine andere Person im Zimmer wahrnahm). Zugleich empfand er einen eignen sauren Geschmack an der Zunge.

Jetzt holte Herr Waltersdorf einen lebendigen Frosch herbey. Er entblößte einen Muskel und den zugehörigen Nerven dieses Frosches, berührte dann mit der Zinkstange den Muskel, mit dem silbernen Löffel den Nerven (oder umgekehrt). In dem Augenblicke, wo er die beyden Metalle selbst mit einander in Berührung oder auch durch ein drittes Metallstück in eine leitende Verbindung brachte, entstanden heftige Zuckungen in dem Muskel. — Selbst als der Frosch schon längere Zeit (sogar mehrere Stunden) todt da gelegen hatte, waren bey demselben Experimente noch Muskelbewegungen bemerkbar; dies war sogar noch der Fall, als Herr Waltersdorf alles übrige von dem Muskel und Nerven hinweggeschnitten hatte.

Diese Erscheinung an dem Frosche, sagte Herr Waltersdorf, entdeckte der italienische Arzt Galvani zu Bologna im Jahr 1791 durch Zufall, als er viele solcher Thiere zergliederte und mit zwey verschiedenartigen Instrumenten (vermuthlich einem stählernen und einem silbernen) die sich berührten, einen Muskel des Frosches und den zugehörigen Nerven traf. Die ähnliche Erscheinung hingegen, die Du, lieber Ferdinand, durch einen Versuch mit der Zinkstange und dem silbernen Löffel an Dir selbst wahrnahmst, hatte schon im Jahr 1767 der berühmte deutsche Philosoph Sulzer bekannt gemacht. Man achtete aber nicht viel darauf. Erst Galvani, durch obigen Zufall verleitet, widmete ihr mehr Aufmerksamkeit.

Galvani schrieb diese Erscheinung einer thierischen Elektricität zu. Da man bald darauf fand, daß sie blos eine Wirkung der sich berührenden heterogenen (oder verschiedenartigen) Metalle war,

so nannte man sie Metallreiz. Nachher fand man, daß außer den Metallen, auch noch andere Körper, z. B. Kohle, jenen Reiz hervorbringen können. Daher gab man der Erscheinung viel lieber den allgemeinen Namen Galvanismus.

Zink und Silber, oder Zink und Gold, nächst diesen Zink und Kupfer, sind die besten Erreger des Galvanismus, oder diejenigen Metalle, womit die galvanischen Versuche am besten gelingen. Daß warmblütige Thiere lange nicht so empfänglich für den galvanischen Reiz sind, als kaltblütige, wurde man auch bald gewahr.

Noch neuer war folgende Bemerkung. Wenn der Körper, den man galvanisirt (oder den man zu den beschriebenen Versuchen mit zwey Metallen anwendet) sehr reizbar ist, so können auch homogene (oder gleichartige) Metalle, welche nur in Hinsicht der Politur, der Härte, der Form, der Temperatur ꝛc. von einander verschieden sind, zu

Erregern dienen und obige Muskelbewegungen hervorbringen. Es brauchen auch, wie schon erwähnt, beyde Metalle, womit man galvanisiren will, nicht mit sich selbst berührt zu werden, sondern man kann auch ein drittes Metall, z. B. einen Draht, eine Kette u. d. gl. an beyde Metalle legen; in dem Augenblicke der Vereinigung ist auch die galvanische Wirkung wieder da. Dieser dritte Körper wird dann galvanischer Leiter oder galvanischer Conduktor genannt. Nach der Entdeckung des berühmten Herrn von Humboldt soll schon ein bloßer Hauch oder eine andere verdampfende Flüssigkeit diesen Leiter abgeben.

Es ist merkwürdig, daß alle Leiter der Elektricität, wie Metalle, Wasser und die feuchten Sachen, auch Leiter des Galvanismus sind; und daß eben so alle Nichtleiter der Elektricität, wie Glas, Harz ꝛc. auch die Nichtleiter für den Galvanismus abgeben. Verbindet man mehrere Erreger

und Leiter mit einander, so verstärkt man die Wirkung des Galvanismus auf ähnliche Art, wie bey der Elektricität die elektrische Wirkung durch die Batterie (eine Anzahl Flaschen) verstärkt wird. Man nennt eine solche Reihe von Erregern und Leitern des Galvanismus eine galvanische Kette. Diese Kette kann einfach oder zusammengesetzt seyn.

Herr Waltersdorf hatte wohl 100 kreisrunde Zinkplatten, etwas größer als ein großer Thaler, und eben so viele etwas größere Kupferplatten. Alle diese Platten waren recht eben und blank geschliffen. Eine Kupferplatte und eine Zinkplatte hatten jede einen Stiel von demselben Metall mit einem Loche, in welches man einen mittelmäßig dicken Draht stecken konnte.

Drey Glassäulen waren so in ein Gestelle von trocknem Holze vertikal eingeschlossen, daß zwischen ihnen die Platten liegen und aufgethürmt werden konnten. Ganz unten kam erst eine trockne Glasplatte zu liegen. Auf diese wurde die mit dem Stiele versehene

Kupferplatte gelegt, auf diese Kupferplatte eine Zinkplatte, dann eine mit reinem Wasser, oder noch besser, mit Salzwasser getränkte Scheibe von Tuch, Hutfilz oder Pappe, etwas kleiner als die Zinkplatte. Auf die nasse Scheibe folgte wieder eine Kupferplatte, dann wieder eine Zinkplatte, nasse Scheibe und so fort, bis man endlich mit derjenigen Zinkplatte den Schluß machte, welche einen Stiel hatte.

Herr Waltersdorf hängte an die Stiele der untersten Kupferplatte und der obersten Zinkplatte, an jede einen dünnen Draht. Mit nassen Händen mußte Ferdinand beyde Drähte zugleich anfassen. In dem Augenblicke des Berührens fuhr er zusammen, weil seine Arme erschüttert wurden, beynahe wie durch einen Schlag aus der Kleistischen Flasche. Herr Waltersdorf hängte jetzt ein Paar andere Drähte in die unterste Kupferplatte a Fig. 7. Taf. V. und in die oberste Zinkplatte b ein. Diese Drähte waren in der Nähe ihrer von den Platten hinweggekehrten Enden

durch das Stück einer Glasröhre (etwa einer Barometerröhre) gesteckt, das daselbst durch Siegellack seine Befestigung erhalten hatte. Ferdinand mußte die Drähte daselbst mit der Hand fassen und die Enden derselben zwischen die Lippen halten. In diesem Augenblicke sah er einen starken Blitz vor den Augen und in den Lippen spürte er eine empfindliche stechende Erschütterung. Blitz und zuckende Bewegung erfolgte auch, wenn er die Drähte an die Brust oder an einen andern empfindlichen Theil des Körpers hielt.

Eine solche Vorrichtung von aufgethürmten 50, 80, 100 und mehr Plattenpaaren, sagte Herr Waltersdorf, nennt man eine zusammengesetzte galvanische Kette, ihrem Erfinder zu Ehren Voltasche Säule, oft auch eine Galvanische Säule oder Galvanische Batterie (weil durch sie die galvanischen Wirkungen sehr verstärkt werden). Volta selbst gab ihr den Namen Elektromotor. Jedes einzelne Plattenpaar der Säule heißt Glied

oder Element. Wenn das letzte Glied der Säule durch irgend einen Leiter (z B. durch einen Draht) in Verbindung gesetzt ist, so sagt man, die Kette sey geschlossen. Nimmt man statt der Kupferplatten Silberplatten, so ist die Wirkung der Säule noch größer. Eine solche ist dann freylich auch viel kostbarer, vornehmlich, wenn sie aus vielen Plattenpaaren besteht.

Die untern Platten werden von den obern so gedrückt, daß die Feuchtigkeit der Tuch-, Filz- oder Pappscheiben leicht an der Säule herunter läuft. Um dies möglichst zu verhindern, so giebt man den Zinkplatten auf der obern Fläche gern einen (durch das Abdrehen der Platten hervorgebrachten) Rand, der die feuchte Scheibe einschließt.

Die äußersten Enden der Säule heißen Pole; der eine heißt der Zinkpol, der andere der Kupferpol oder Silberpol. Jener wird auch der positive Pol; dieser der negative Pol genannt,

weil das Zink + E, das Kupfer oder das Silber − E bekommt. Die Erschütterung erfolgt immer, wenn man die beyden Pole zu gleicher Zeit mit einem Leiter berührt; stärker, wenn man die Berührungsstellen an den Polen (an den Stielen der Platten) gleichfalls befeuchtet. Uebrigens ist die Erschütterung desto stärker, je mehr Glieder die Säule enthält. Man fühlt den galvanischen Schlag auch stärker, wenn man sich isolirt. Man kann ihn sogar durch mehrere Personen gehen lassen, die einander mit nassen Händen berühren.

Ohnstreitig entsteht an der Säule durch bloße Berührung der Platten eine Elektricität, vielleicht nach Art der Vertheilung, wie beym Elektrophor. Das + E des Zinks wäre dann immer an dem − E des Kupfers oder Silbers beschäftigt. Durch Schließung der Kette wird das + E und − E der Pole aus der Ruhe gebracht, und dadurch gerathen alle den Plattenpaaren anhaftenden + E und − E in eine

schütternde Bewegung. Aber die Säule ist nach hervorgebrachtem Schlage und nach einer ganz kurzen Ruhe gleichsam immer wieder von selbst geladen. — Es ist übrigens bis jetzt noch unentschieden, ob der Galvanismus nur eine besondere Abänderung der Elektricität, oder die Wirkung einer eignen Kraft ist, wobey die Elektricität nur eine Nebenrolle spielt.

Es kommt viel darauf an, daß jede dem Wasser oder der nassen Scheibe zugekehrte Fläche stets befeuchtet ist. Aber da, wo die Metallplatten selbst auf einander liegen, und da, wo sie die Glasstäbe berühren, darf kein Wasser hinkommen. Allerdings verhütet man dies ziemlich sicher durch den erwähnten, aufwärts gehenden Rand der Zinkplatten. Wenn aber die Säule sehr hoch gebaut würde, so könnte doch immer noch leicht Wasser von den untern stark gedrückten Scheiben ablaufen. Deswegen macht man nicht gern zu hohe Säulen, sondern lieber, weil doch durch eine größere Anzahl Plattenpaare die Wirkung

der Säule zunimmt, mehrere kleinere, neben einander liegende Säulen, die man durch Drähte von Gold, Silber oder Kupfer so mit einander verbindet, daß die Ordnung der Platten in der zweyten Säule die umgekehrte der ersten ist, u. s. f., daß folglich alle Glieder als eine einzige Säule mit zwey Enden oder Polen zu betrachten sind. Platten und Scheiben werden an solchen liegenden Säulen durch eine Schraube gelinde zusammengepreßt. Bey liegenden Säulen sind denn auch alle feuchte Scheiben gleich stark gepreßt.

Das Salzwasser, worin man die Tuch-, Filz- oder Pappscheiben tränkt, bereitet man etwa aus 1 Theile Salz und 8 Theilen Wasser. Eine Salmiak-Auflösung verstärkt die galvanische Wirkung noch mehr, als eine Kochsalz-Auflösung; sie ist aber von keiner langen Dauer. Eine gelinde Erwärmung der Säule vergrößert ebenfalls den Effekt; aber sie befördert auch wieder das Austrocknen. Je trockner jene Scheiben werden, desto schwächer wirkt die Säule. Bloßes

Wasser ohne Pappe, Tuch oder Filz scheint am vorzüglichsten zu seyn. Hierauf beruhen manche neue Einrichtungen der Säule, z. B. Cruikschanks Trog-Apparat, Erdmanns Kapselapparat, Volta's Becherapparat.

Cruikschanks Trogapparat besteht aus einem Troge von Holz, das im Backofen gedörrt worden ist. In den Wänden dieses Troges sind an der innern Fläche Falzen eingeschnitten; in jede Falze aber wird ein zusammengelöthetes Plattenpaar gesteckt und so mit Harzkitt befestigt, daß alle Plattenpaare mit einander und mit den schmalen Wänden des Troges parallel stehend den Trog in Fächer theilen. In diese Fächer wird Wasser gegossen. Besser ist es auf jedem Fall, den Trog durchaus mit Glasplatten auszufüttern.

Erdmanns Kapselapparat hat mit jenem Trog-Apparate Aehnlichkeit. In dem Kapselapparate sind je zwey Platten, eine Kupferplatte und eine Zink-

platte, vermöge eines pappenen mit einer Auflösung von Mastix und Sandarac in Terpentinöhl getränkten Rahmens so zusammengeklebt, daß sie einen schmalen Raum zwischen sich lassen. In gehöriger Ordnung werden dann die Plattenpaare zusammengelegt, in jenen Raum aber wird Wasser gegossen. In Volta's Becherapparate befindet sich eine Reihe gläserner Becher, die mit süßem Wasser oder Salzwasser gefüllt sind. In jedem Becher liegt eine Zinkplatte und eine Silberplatte, etwa 1 Quadratzoll groß. Sie dürfen aber einander nicht selbst berühren. Jede Silberplatte hat einen Haken, womit sie die Zinkplatte des nächsten Bechers trifft.

Zwey und sechzigstes Kapitel.

Die vornehmsten Experimente mit der Voltaschen Säule.

Ehe Herr Waltersdorf weitere Versuche mit der Voltaschen Säule anstellte, gab er erst folgende Uebersicht, die zu einer zweckmäßigen Einleitung oder Vorbereitung dienen konnte. Das hatte Ferdinand schon früher empfunden, daß der Zinkpol einen sauren, der Silber- oder Kupferpol einen laugenhaften Geschmack auf der Zunge erregte. In der That, fuhr Herr Waltersdorf fort, wirkt auch der Zinkpol als eine Säure, der Silber- oder Kupferpol als ein

Laugensalz. Jener färbt die Lackmustinktur roth; dieser stellt die blaue Farbe wieder her. Jener befördert die Auflösung der Metalle; dieser schlägt aufgelöstes Metall wieder nieder. — Auch verkalken die Platten nach und nach. Vornehmlich setzt sich auf die Zinkplatten ein Oxyd, das, wenn die Wirkung der Säule dadurch nicht verringert werden soll, oft abgescheuert und abgefeilt werden muß.

Wenn man den einen Pol mit einem blanken spitzigen Eisendraht, oder mit einem andern spitzigen metallenen Leiter, auch wohl mit einer an dem Draht befestigten zugespitzten Kohle trifft, während das andere Ende des Drahts den andern Pol berührt (wodurch die Kette geschlossen ist), so kommt ein kleiner etwa nur eine Linie langer, aber lebhafter Funken zum Vorschein, der, wie der elektrische Batteriefunken, Phosphor, Schwefel, Alkohol, Baumwolle, Zunder, Schießpulver, Wasserstoffgas, dünne Metallblättchen u. d. gl. entzünden, sogar strengflüs-

sige Metalle, z. B. Golddraht und Platindraht schmelzen kann. Stärkere Säulen, vorzüglich Säulen mit größern Platten machen auch einen Eisendraht, womit man die Kette schließt, auf eine Strecke rothglühend. Die Hitze kommt dabey vom Zinkpole her. Liegt ein vom Zinkpole herbeygeführter Eisendraht in Quecksilber, während ein anderer vom Kupfer- oder Silberpole herkommender das Quecksilber berührt, so entsteht ein bläulicht grüner Funken; beym umgekehrten Verfahren aber ein feuerrother.

Leitet man einen Gold-, Kupfer- oder Eisendraht vom Kupfer oder Silberpole aus isolirt in reines Wasser, womit ein isolirter Behälter ganz angefüllt ist, und führt man von dem Zinkpole aus einen Gold- oder Platindraht in dasselbe Wasser, so entsteht aus dem Wasser an der Spitze des negativen Leiters Wasserstoffgas, an der Spitze des positiven Leiters Sauerstoffgas. Folglich wird das Wasser durch diesen galvanischen Proceß in

seine beyden Bestandtheile, Sauerstoff und Wasserstoff, zerlegt. Nimmt man zum Leiter des Zinkpols einen Silberdraht, Kupferdraht oder Eisendraht, so entsteht kein Sauerstoffgas, sondern statt dessen wird der Draht verkalkt. Man sieht nun auch leicht den Grund ein, warum man den Zinkpol auch Oxygenpol, den Silber- oder Kupferpol Hydrogenpol nennt. Uebrigens färbt der am Oxygenpole befindliche Leiter die Lackmustinktur, so weit er in dieselbe hineinreicht, roth. Er macht auch das frische Blut röther, da hingegen der Hydrogenpol es fast schwarz färbt.

Jetzt heftete Herr Waltersdorf ein feines Goldblättchen an den Draht des Zinkpols der ordentlich aufgebauten Säule, und näherte es vorsichtig den vom negativen Pole herkommenden Silberdrahte. Da bemerkte Ferdinand ein weißes Licht, mit einem schwachen Knistern begleitet. Als Herr Waltersdorf dasselbe Experiment mit einem Silber-

blättchen machte, war das Licht grünlich. Er leitete darauf einen Eisendraht von dem Zinkpole aus in eine Schaale mit Quecksilber, vom Silber- oder Kupferpole aus brachte er einen Eisendraht mit der Oberfläche des Quecksilbers in Berührung. In diesem Augenblicke wurde ein Funken wahrgenommen, welcher nun noch schöner erschien, wenn Herr Waltersdorf den Eisendraht des negativen Pols in das Quecksilber leitete und die Oberfläche des Quecksilbers mit dem positiven Pole berührte.

Er legte nun ein Goldblättchen ganz locker, so daß es noch Runzeln bildete, auf eine Glasplatte, und bepuderte es vermöge eines Leinwandläppchens mit Schwefelblüthe (oder feinem Schwefelpulver). Sowohl der positive, als negative Pol wurde mit einem isolirten (an einer Stelle von einem aufgekitteten gläsernen Röhrenstück umgebenen) Drahte versehen. Der eine von diesen Drähten wurde auf das bepuderte Goldblättchen gelegt, und mit dem andern

Drahte, woran ein Goldbüschel befindlich war, berührt. Da entstand sogleich ein lebhafter Funken und der Schwefel entzündete sich.

Schwefelnaphta, welche sich in einem Theelöffel befand, gerieth dadurch nicht in Brand. Die Entzündung geschah aber, als die Naphta auf ein Goldblättchen getröpfelt wurde, das auf einer Glasscheibe lag, und über sich etwas Baumwolle enthielt. Die isolirten Drähte, mit Goldbüscheln versehen, welche mit fein gepülvertem Schießpulver bestreut waren, bewirkten eine Entzündung des Schießpulvers, sobald man die Büschel einander näherte.

Eine 3 Linien weite, 3 Zoll lange Glasröhre enthielt einen mit Messingdraht versehenen Korkstöpsel, der gut mit Siegellack verschmolzen war. In der pneumatischen Wanne wurde die Röhre mit einer Mischung aus 2 Theilen Wasserstoffgas und 1 Theile Sauerstoffgas gefüllt. Diese Gasmischung, eine Knallluft, wurde durch den Funken der Säule in

Brand gesteckt, so daß bey der Entzündung der Knallluft der Stöpsel gewaltsam aus der Röhre sprang.

Eine andere mit Wasser gefüllte Glasröhre, etwa $\frac{1}{2}$ Zoll weit, war auf beyden Mündungen mit Korken versehen, durch welche Messingdrähte gingen, die einander gegen über zu stehen kamen, sich aber nicht ganz berührten. Den einen Draht der Röhre brachte Herr Waltersdorf mit dem Silber- oder Kupferpole, den andern mit dem Zinkpole der Voltaschen Säule (vermöge der bewußten Leitungsdrähte) in Verbindung. In demselben Augenblicke entwickelte sich Gas an dem Drahte des negativen Pols, an dem gegenüberstehenden Drahte des positiven Pols aber bildete sich ein grünes Kupferoxyd. Als Herr Waltersdorf die Drähte umgewendet hatte, entwickelte sich das Gas von der andern Seite, und der entgegengesetzte Draht gab jetzt das grüne Oxyd. Entstand zu viel von dem Oxyd, so riß es sich von

dem Drahte ab und sammlete sich am untern Theile der Röhre.

Nahm Herr Waltersdorf statt der Messingdrähte eiserne, so verhielt sich alles eben so; nur gab der Draht an der entgegengesetzten Seite kein grünes, sondern ein mehr braunes Oxyd. Das Gas, welches sich hier entwickelte, war Wasserstoffgas. Denn mit einer gleichen Menge atmosphärischer Luft vermischt, explodirte es bey Annäherung eines dünnen brennenden Wachsstocks. Diese Luftentwickelung war am stärksten, wenn die beyden Drähte nicht zu weit von einander abstanden. Waren sie zu weit entfernt von einander, so hörte die Gasentwickelung ganz auf. Es entwickelte sich aber auch kein Gas, wenn die Drähte völlig zusammenstießen.

Dasselbe Experiment wiederholte Herr Waltersdorf mit der Abänderung, daß er Kupferdrähte dabey anwendete, und die Glasröhre, statt des Wassers, mit Lackmustinktur füllte. Diese Flüssigkeit

wurde denn an dem mit dem Zinkpole in Verbindung stehenden Drahte geröthet; an der andern Seite aber blieb sie blau.

Jetzt wendete Herr Waltersdorf statt der Messingdrähte, Drähte aus Gold oder Platin an. Beyde gaben dann Gas, ohne Oxyd zu zeigen, obgleich alles so eingerichtet worden war, wie bey dem so eben beschriebenen Experimente. Das erschienene Gas war auch nicht blos Wasserstoffgas, sondern eine Mischung von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas; denn wenn Herr Waltersdorf die Mündung der Röhre mit einem dünnen Wachsstocke berührte, so entzündete sich die Luftart mit Explosion. Wurde statt des einen Golddrahts ein Messingdraht genommen, und wurde dieser Messingdraht mit dem negativen Pole der Säule in Verbindung gebracht, so entwickelten sich die beyden Luftarten eben so, wie bey zwey Silberdrähten. Wenn aber Herr Waltersdorf ‥n Messingdraht mit dem positiven Pole verband, so

wurde der Draht eben so, wie bey zwey Messingdrähten oxydirt. Bey der Anwendung der Golddrähte wurde der Draht auf der positiven Seite mit einer Purpurfarbe überzogen, wenn Herr Waltersdorf den Versuch etwas lange fortsetzte.

Herr Waltersdorf füllte die Röhre mit Wasser, welches durch Brasilienholz gefärbt war. Leitete er nun, wie bey jenem Versuche, Silberdrähte hinein, so wurde die Flüssigkeit am Silber- oder Kupferpole purpurfarbig; in dem andern Theile der Röhre hingegen wurde die Flüssigkeit sehr stark ausgebleicht. Auch dieses Experiment bewieß, daß der Zinkpol die Eigenschaft einer Säure, der Silber- oder Kupferpol die Eigenschaft eines Laugensalzes hat.

Als Herr Waltersdorf an einen Leitungsdraht des Zinkpols ein Gold- oder Silberblättchen aufhängte und es mit dem Leitungsdraht des Silber- oder Kupferpols in Verbindung brachte, da verbrannte es gleich bey der Berührung schnell und mit Leb-

haftigkeit, so daß damit ein Dampfen begleitet war. Legte er an ein Quecksilberkügelchen den positiven Draht und berührte er es dann mit dem negativen Drahte, so gab es einen lebhaften mit Dampf und einer merklichen Explosion begleiteten Funken. — So kann nun auch, sagte Herr **Waltersdorf**, mit einer aus großen Platten bestehenden Säule **Eisendraht geschmolzen, Quecksilber verkalkt, Wasser, Oehl und manche andere Flüssigkeit bis zum Kochen erhitzt werden**; und so lassen sich mit großen und wirksamen Säulen noch viele andere höchst interessante Versuche anstellen.

Drey und sechzigstes Kapitel.

Besondere Wirkungen des Galvanismus auf das organische Leben.

Daß alle Thiere für den galvanischen Reiz empfänglich sind, hatte Ferdinand bey der ersten Unterhaltung über den Galvanismus erfahren. Schon längst, fuhr Herr Waltersdorf fort, hielt man den Galvanismus zur Heilung von Taubheit, von Lähmungen und zur Heilung von mancher andern Krankheit für besonders wichtig. Indessen hatte man sich in dieser Hinsicht

doch mehr von seiner Wirkung versprochen, als aus den nachmaligen Erfahrungen hervorging. Daß man aber seine Anwendung zum medizinischen Gebrauch fast ganz wieder bey Seite gelegt hat, ist doch wohl zu weit getrieben.

Sowohl zur Wiederbelebung der Scheintodten, als auch zur Prüfung des Scheintodes bleibt der Galvanismus immer ein herrliches Mittel. Ertrunkenen, vom Blitz Erschlagenen, Erstickten &c. sucht man durch den galvanischen Reiz (vermöge einer starken Voltaschen Säule) wieder Gefühl und Blutumlauf beyzubringen, nachdem die innere Wärme durch andere Mittel erregt worden war. Gewöhnlich applicirt man die Leiter des Galvanismus an denjenigen Stellen, wo die meisten Nerven sich sammlen, z. B. an die Lippen und an das Auge, an die Lippen und die Stirne, an das innere Ohr und die Stirne, an das Herzgrübchen &c. Kann man in dem menschlichen Körper noch Zuckun-

gen durch den Galvanismus erregen, so ist noch nicht alle Lebenskraft erloschen. Wenn aber die Theile des Körpers durchaus nicht mehr empfänglich für den Galvanismus sind (auch wenn man sehr starke Säulen anwendet); so kann man annehmen, daß der Körper völlig todt sey.

Durch eine galvanische Kraft erklärt man sich jetzt viel besser als auf irgend eine andre Art das Vermögen der sogenannten elektrischen Fische, Erschütterungen hervorzubringen, vornehmlich des Surinamschen Zitteraals, des Zitterrochens und des Zitterwells. Diese Fische können den Menschen und Thieren, die sie berühren oder ihnen nahe an's Wasser kommen, einen Schlag versetzen, welcher mit einem Schlage aus der Kleistischen Flasche zu vergleichen ist. Der Zitteraal kann durch seinen Schlag sogar ein Pferd tödten. Bey ihm werden sogar auch Funken sichtbar. Der Bau dieser Thiere hat mit der Voltaischen Säule eine Aehnlich-

keit. So hat der Zitterroche an beyden Seiten des Kopfes Organe, welche an ihrem obern und untern Enden entgegengesetzte Elektricitäten zeigen. Jedes Organ besteht aus vielen Prismen, und jedes Prisma ist in Schichtungen getheilt, sowie mit vielen Blutgefäßen und großen Nerven begabt. Auch enthält es in Zellen eine aus Gallerte und Eyweiß bestehende Flüssigkeit. Bey dem Zitterwells umgiebt ein solches Organ, dicht unter der Haut liegend, den ganzen Körper.

Daß der Galvanismus auch innerhalb der Erde in Thätigkeit ist, z. B. bey Erdbeben und ähnlichen gewaltsamen Erschütterungen sich wirksam zeigt, ist um so wahrscheinlicher, da im Innern unsers Erdkörpers so viele verschiedenartige Substanzen schichtweise über einander liegen.

Vier und sechzigstes Kapitel.

Vom Magnetismus.

Schwarze und graue Steine fielen in der nächsten Stunde zuerst in Ferdinands Augen. In einem Papiere brachte Herr Waltersdorf eine bedeutende Quantität blanke Eisenfeile, in einem andern eine Parthie Nähnadeln herbey. Er wälzte jene Steine in der Eisenfeile herum. Als er sie wieder heraus nahm, waren an ihnen ganze Klumpen oder Büschel Eisenfeile hängen geblieben. Er hielt die Steine an die Nadeln; auch diese hängten sich an sie.

Er brauchte auch Eisenfeile und Nadeln nicht einmal unmittelbar mit den Steinen zu berühren; schon als er mit diesen noch ein Paar Linien weit von ihnen entfernt war, flogen sie schon empor und hängten sich fest an die Steine.

Diese Steine, fing jetzt Herr Waltersdorf an, welche die Eigenschaft haben, Eisen, das ihnen nahe genug kommt, anzuziehen, sind gewisse Eisenerze. Man nennt sie Magnete oder magnetische Eisensteine, von der Stadt Magnesia in Lydien, wo man sie zuerst will gefunden haben. Sie finden sich vorzüglich in Indien, in Schweden, in Sibirien, auf dem Harz und im sächsischen Erzgebirge. Gewöhnlich sind sie aschgrau von Farbe; der Indische hingegen ist schwarz. Diejenigen von ihnen ziehen gemeiniglich am stärksten, die am freyesten auf der Erde liegen, und dem Einflusse der atmosphärischen Luft ausgesetzt sind.

Daß die Kraft des Anziehens beym Magnete

auf eine ziemliche Entfernung hin selbst durch andere Körper (durch Papier, Glas, Holz ꝛc.) hindurchwirkt, hatte Herr Waltersdorf schon bey der Eigenschaft der Porosität (Th. I. S. 25.) gewiesen. Er hielt jetzt auch einen Magnet erst über ein Bret, dann über eine Glasplatte u. d. gl. Da flogen Eisenfeilspähne, Nadeln und andere kleine Eisenstücke, die in gewisser Entfernung unter dem Brete oder der Glasplatte lagen, an diese Körper an, und blieben so lange an denselben hängen, so lange der Magnet darüber gehalten wurde.

Weiches und reines Eisen, sagte Herr Waltersdorf, wird von dem Magnet am stärksten angezogen; Stahl, hartes Eisen und Eisenerz aber schwächer. Verkalktes Eisen, und Eisen, das in Säuren aufgelöst ist, zieht der Magnet wenig; vollkommen verkalktes Eisen zieht er gar nicht an. Er zieht aber auch andere Metalle und Steine an, welche Eisentheile in sich beygemischt enthalten, z. B. Ko-

balt, Bolus, Röthel, Tripel, Basalt, Wasserbley, Zink, Messing, Platin ꝛc. Nach den Versuchen des französischen Naturforschers Coulomb sollen sogar alle feste Körper von der Wirkung des Magnets afficirt werden.

Herr Waltersdorf legte ein Stück Röthel, ein Stück Wasserbley ꝛc. auf den Tisch und hielt den Magnet daran. Aber der Magnet zog sie auf diese Art nicht an sich. Er legte sie darauf in ein Uhrglas, und mit dem Uhrglase setzte er sie auf Wasser, so daß sie nun schwammen. Als er ihnen jetzt den Magnet näherte, da schwammen sie auf den Magnet zu, und man sah nun deutlich ein Anziehen des Magnets. Nämlich schwimmend waren jene Körper viel beweglicher geworden, so daß selbst ein schwächeres Anziehen immer an ihnen zu bemerken war.

Ferdinand hatte schon vorhin bemerkt, daß die stärksten Klumpen der sich an den Magnet gesetzten Eisenfeile an zwey einander gegenüber

liegenden Stellen des Magnets sich befanden. Hieraus schloß er ganz richtig, daß an diesen Stellen der Magnet am stärksten ziehe. Auch wurde er bald gewahr, daß an diesen Stellen die Nähnadeln am liebsten hängen blieben, und daß sich daselbst kleine eiserne Spitzen senkrecht emporrichteten. Diese beyden gegenüber liegenden Stellen, sagte Herr Waltersdörf, nennt man Pole des Magnets; eine gerade Linie von einem Pole zum andern heißt die Axe des Magnets. Hängt man einen Magnet so an einem Faden auf, daß die Axe des Magnets in die horizontale Lage kommt, so dreht sich der eine Pole immer von selbst nach Norden, der andere denn natürlich nach Süden hin. Deswegen wird jener der Nordpol, dieser der Südpol des Magnets genannt.

Einen kleinen Magnet brachte Herr Waltersdorf wieder in einem Uhrglase zum Schwimmen. Er hatte den Magnet so gelegt, daß die Axe dessel-

den horizontal ging. Nord- und Südpol hatte er durch ein kleines Merkmal kenntlich gemacht. Was geschah? Er mochte dem schwimmenden Uhrglase eine Richtung geben, welche er wollte; immer drehte es sich von selbst so, daß der Nordpol des Magnets nach Norden hin stand. Alsdann erst und nicht früher, kam der schwimmende Körper in Ruhe.

Zwey aufgehängte Magnete wurden nun einander genähert. Trafen Nordpol und Nordpol, oder Südpol und Südpol zusammen, so stießen sie einander ab; näherte sich aber der Nordpol des einen dem Südpole des andern Magnets, so zogen sie sich an. Hieraus ergiebt sich das in der Lehre vom Magnetismus so wichtige Gesetz: Ungleichnamige Pole des Magnets ziehen sich an, gleichnamige stoßen sich ab. Bezeichnet man den Nordpol durch + M, den Südpol durch — M; so kann man auf ähnliche Art, wie bey den entgegengesetzten Elektricitäten setzen:

$+M$ und $+M$ stoßen sich ab;
$-M$ und $-M$ stoßen sich ab;
$+M$ und $-M$ ziehen sich an.

Die ungleichnamigen Pole nennt man freundschaftliche; die gleichnamigen hingegen feindschaftliche Pole.

Es giebt auch Magnete, welche mehr als zwey Pole haben. Diese Magnete bestehen ohnstreitig aus mehreren in einander verwachsenen Magneten. Aber nie liegen da gleichnamige Pole an einander, sondern immer Nordpol neben Südpol. Man nennt solche Magnete zusammengesetzte oder anomalische Magnete.

Fünf und sechzigstes Kapitel.

Einige magnetische Spielwerke.

Herr Waltersdorf tauchte die Pole zweyer Magnete in Eisenfeile, so daß sich dicke Büschel oder Bärte daran setzten. Wenn er nun die Bärte von den beyden Nordpolen oder von den beyden Südpolen einander näherte, so sträubten sie sich gewaltsam zurück und viele Eisenfeile fiel dann auch von den Magneten ab. Näherte er aber den Bart des einen Nordpols dem Barte des andern Südpols, so rückten beyde Bärte begierig auf einander los und umarmten sich gleichsam auf das freundschaftlichste.

Eine Waage wurde unter die Decke des Zimmers gehängt. Unter die eine Waagschale wurde ein Magnet so befestigt, daß der Nordpol desselben zu unterst kam. Gewichtstücke in der andern Waagschale stellten mit dem Magnete das Gleichgewicht der Waage her. Hielt nun Herr Waltersdorf den Nordpol eines andern Magnets unter jenen Magnet der Waage, so stieg die Waage auf dieser Seite, weil dann + M und + M an einander kamen und sich abstießen. Hielt er aber den Südpol des in Händen habenden Magnets an den Magnet der Waage, so sank von dieser Seite die Waage schnell herab, weil dann — M und + M sich näherten und einander anzogen.

In ein Gefäß mit Wasser wurden hohle von Messingblech verfertigte und hübsch lackirte Schwäne und Enten gesetzt, welche auf dem Wasser herumschwammen. Näherte sich Herr Waltersdorf diesen Thieren mit dem spitzigen Ende eines rothen

lackirten Stabes, so konnte er sie damit gleichsam locken; sie folgten dem Stabe, wohin er sie haben wollte. Drehte er aber den Stab um, und hielt er das stumpfe Ende desselben den Thieren entgegen, so drehten sie sich schnell um und flohen immer weiter zurück, je mehr er sich ihnen mit dem stumpfen Ende des Stabes näherte.

Die Thiere hatten nämlich einen kleinen (künstlichen) Magnet im Schnabel, und der rothe Stab war gleichfalls ein Magnet. Das spitzige Ende des Stabes und der Vordertheil des Schnabels waren freundschaftliche Pole (+ M und — M), folglich zogen sie sich an. Das stumpfe Ende des Stabes hingegen und der Vordertheil des Schnabels bildeten feindschaftliche Pole (+ M und + M, oder — M und — M), und stießen sich daher ab.

Eben so zeigte Herr Waltersdorf noch magnetische Schiffchen, die auf dieselbe Art durch einen in gewisse Entfernung gehaltenen Magnet

zum Vorwärtssegeln oder Rückwärtssegeln gebracht werden konnten, so wie zweyerley Arten magnetischer Fische, wovon die eine Art durch eine (magnetische) Angel, die andere durch ein Netz (mit magnetischer Stange) gefangen wurde. Ferdinand sah leicht ein, daß die Fische einen kleinen (künstlichen) Magnet im Maule haben, so wie hier Angel und Netz-Stange gleichfalls Magnete seyn mußten, deren freundschaftliche Pole sich anzogen.

Die magnetische Zauberin kam jetzt an's Licht. Auf einem Brete, das horizontal gestellt wurde, befanden sich auf der obern und auf der untern Fläche mehrere concentrische Ringe. Der eine Ring der obern Fläche stellte das Zifferblatt einer Uhr mit den 12 Stunden vor. Der andere Ring enthielt ein Spiel kleiner Karten. Der dritte Ring enthielt die Auflösung von mehreren Räthseln; u. s. w. Der eine Ring der untern Fläche war in zwölf gleiche mit Ziffern bezeichnete Theile getheilt; der andere

Ring enthielt die Benennungen der Spielkarten; der dritte Ring enthielt die Räthsel, worauf die Beantwortungen der obern Auflösungen paßten. In der Mitte der obern Fläche stand ein aufrechter Drahtstift; die Mitte der untern Fläche enthielt einen messingenen Zeiger. Ein hölzernes Figürchen von Gestalt eines Weibes (die Zauberin), mit einem eisernen Stäbchen in der Hand, wurde auf den Stift der obern Fläche gesetzt, um welchen sie sich leicht herumdrehen ließ.

Ferdinand mußte den Zeiger der untern Fläche auf eine beliebige Zahl stellen. Das Figürchen wurde dann auf ihren Stift gesetzt und mit der Hand in schnelle Umdrehung gebracht. Als sie in Ruhe gekommen war, zeigte sie wirklich mit ihrem Stäbchen auf die Stundenzahl, die Ferdinand gewählt hatte. Nun mußte Ferdinand den Zeiger der untern Fläche auf den Namen irgend einer beliebig gewählten Karte stellen. Wurde darauf die Zauberin aber-

mals schnell um ihren Stift gedreht, so zeigte sie, nach erlangter Ruhe, mit ihren Stäbchen wieder genau auf die gewählte Karte.

Jetzt mußte Ferdinand den Zeiger der untern Fläche auf ein beliebiges Räthsel stellen. Auch von diesem Räthsel gab die mit Gewalt um ihren Stift geschnellte Zauberin die richtige Auflösung. Denn sobald sie in Ruhe gekommen war, wieß sie mit ihrem Stabe genau nach der Auflösung hin. So hatte Ferdinand z. B. das Räthsel gewählt: „was wird schöner durch den Tod?" — Die Zauberin wieß mit ihrem Stabe auf die Worte: „der Krebs!" u. s. w.

Ferdinand sah leicht ein, daß das Bret hohl und der messingene Zeiger der untern Fläche mit einem verborgenen Magnete verbunden war. Dieser Magnet drehte sich mit dem Zeiger zugleich um, und zeigte mit seinem einen Pole immer nach derselben Gegend hin, nach welcher der Zeiger hin wieß. Der eiserne Stab der Zauberin war gleichfalls ein Magnet

und das äußerste Ende desselben ein Pol, der sich immer nach dem freundschaftlichen Pole des verborgenen Magnets hinkehrte. Jede Antwort oder Auflösung auf der obern Fläche stand genau über der zugehörigen Frage oder Aufgabe. Wäre z. B. Fig. 4. Taf. VI. die untere Fläche der Tafel, und stände bey a die Ziffer 8, nach welcher man den Zeiger (folglich auch den verborgenen Magnet) hingedreht hätte, so fände sich auf der obern Fläche dem a gegenüber auch die Stundenzahl VIII. Da nun der verborgene Magnet mit seinem Pole, der mit dem Ende des Zauberstabes freundschaftlich ist, jetzt gleichfalls unter a sich befindet, so muß auch die Zauberin mit ihrem Stabe nach a hinweisen, sobald sie in Ruhe gekommen ist. Stände ferner auf dem andern Ringe bey b Herzen-Aß, so würde, wenn man den Zeiger auf dieses Wort gedreht hätte, auch die Zauberin auf die Karte Herzen-Aß weisen, weil diese Karte sich genau über b befindet. Stellte man

den Zeiger auf d, wo im dritten Ringe das Räthsel: „was wird schöner durch den Tod?“ stände, so würde die Zauberin auf die Antwort: „der Krebs!“ hindeuten, weil diese Antwort genau über d anzutreffen ist; u. s. w.

Sechs und sechzigstes Kapitel.

Von armirten und künstlichen Magneten.

Bis dahin hatte Ferdinand blos kleine Versuche über die Anziehungskraft des Magnets gesehen. Aber jetzt brachte Herr Waltersdorf einige theils mit Tuch, theils mit Leder u. d. gl. benähte Magnete zum Vorschein, welche ein Paar kurze blanke eiserne Füße hatten, wie Fig. 1. Taf. VI. und große Eisenstücke, die mehrere Pfund wogen, auch eine

Eisenstange mit andern angehängten schweren Körpern trugen.

Diese Magnete, sagte Herr Waltersdorf, sind sogenannte bewaffnete oder armirte Magnete. Wenn man nämlich die Pole eines natürlichen Magnets glatt abschleift, und sie daselbst mit ein Paar der Größe der Fläche gemäßen dünnen Eisenplatten, welche sich in ein Paar kurze dicke Füße endigen, belegt, so vereinigt sich in diesen künstlichen Polen die ganze Kraft des Magnets, und dann hat man einen armirten oder bewaffneten Magnet, der von außerordentlich verstärkter Wirkung ist. Den Effekt eines solchen Magnets macht man noch größer, wenn man nach und nach immer mehr Gewicht an ihn hängt. Endlich erreicht er freylich eine gewisse Gränze, welche nicht überschritten werden kann. Uebt man den Magnet nicht im Ziehen, so wird seine Kraft nach und nach schwächer.

Es giebt armirte Magnete, welche 20 Pfund wiegen und einen Centner tragen. Ja, man hat armirte Magnete, welche 60 mal, 100 mal, sogar 200 mal ihr Gewicht tragen. So hatte Newton einen Magnet, welcher 3 Gran wog, und 700 Gran trug.

Herr Waltersdorf zeigte einen dünnen Eisenstab, welcher weder auf Nähnadeln, noch auf Eisenfeile, noch auf andere Eisenstückchen die geringste magnetische Wirkung äußerte. Er bestrich diesen Eisenstab mehrere Male mit einem armirten Magnet. Als er ihn nun wieder in die Nähe der Eisenfeile, der Nähnadeln und der übrigen Eisenstückchen brachte, da zeigte er wirklich magnetische Kraft, indem er jene Körperchen hastig herbeyzog und an sich hängen ließ.

Wenn man nämlich, fuhr er fort, Eisen eine Zeitlang neben oder an einen Magnet hängt (es in den magnetischen Wirkungskreis bringt),

oder auch mit dem Magnete streicht, so bekommt es von diesem seine eigne Kraft mitgetheilt und wird selbst zum Magnete, einem sogenannten künstlichen Magnete, ohne daß jener Magnet etwas von seiner Kraft verliert. Vielleicht ist dieser merkwürdige und wichtige magnetische Proceß der elektrischen Vertheilung ähnlich. Uebrigens unterscheiden sich die künstlichen Magnete in ihren Wirkungen gar nicht von den natürlichen Magneten; sie haben Polarität, wie diese, freundschaftliche und feindschaftliche Pole. Auch kann man mit ihnen selbst wieder Magnete machen.

Am liebsten macht man die künstlichen Magnete in Form eines vierkantigen Stabes oder eines Hufeisens, und zwar mittelst eines armirten Magnets, entweder durch den einfachen Strich oder durch den Doppelstrich. Bey dem einfachen Striche führt man den einen Pol des armirten Magnets, z. B. den Nordpol, wiederholt von der Mitte aus

nach dem einen Ende des blank gefeilten Eisens hin und noch ein Paar Zoll über das Ende hinaus; den andern Pol (den Südpol) gleichfalls von der Mitte aus eben so oft und auf dieselbe Art nach dem andern Ende hin. Durch den Nordpol des Magnets ist dann das eine Ende des Eisens zum Südpol; durch den Südpol des Magnets das andere Ende zum Nordpol geworden. Bey dem Doppelstriche führt man den mit beyden Polen auf die Mitte des Eisens aufgesetzten hufeisenförmigen Magnet nach beyden Enden zu, hin und her, und nimmt ihn hernach auch wieder von der Mitte ab. Zum Nordpol wird dann jedesmal dasjenige Ende des Eisens, dem während des Streichens der Südpol des Magnets am nächsten war; und umgekehrt wird dasjenige Ende zum Südpol, dem der Nordpol immer am nächsten sich befand. Wenn das Eisen durch Streichen hinreichend gesättigt worden ist, so nimmt es keinen höhern Grad von magnetischer Kraft

mehr an. — Uebrigens wird Eisen, vornehmlich weiches Eisen, weit eher magnetisch, als Stahl; es verliert aber auch die magnetische Kraft weit eher wieder.

Ferdinand konnte es jetzt leicht erklären, warum sich die Eisenfeile als Bärte an die Pole des Magnets setzen. Er bemerkte ganz richtig, daß jedes Spähnchen durch die Berührung des Magnets selbst zum Magnet werde, mit Nordpol und Südpol; daß das zunächst am Magnet hängende Spähnchen (oder kleine Magnetchen) wieder ein Spähnchen anziehe und zum Magnet mache; dieses Spähnchen wieder eins; u. s. f. Auf dieselbe Art zog eine Nähnadel, die am Magnete hing, eine zweyte Nadel an; diese Nadel wieder eine dritte, u. s. w., bis wohl zwölf Nadeln in einer Reihe an einander hingen. Beym Hinwegnehmen der Nadeln vom Magnet, behielt doch jede ihre magnetische Kraft bey. Eben so wurde ein kleiner eiserner Ring an den Magnet gehängt. Man

konnte dann an diesen Ring einen zweyten hängen, an diesen zweyten einen dritten, an diesen einen vierten u. s. f., so daß eine ordentliche Kette, die sogenannte Kette des Plato, daraus entstand. Zwey eiserne, auf ihrer Kreisfläche genau abgeschliffene, gleich große magnetische Halbkugeln hängten sich durch die magnetische Kraft so fest aneinander, daß sie eine einzige Kugel ausmachten, welche man auf dem Boden herumrollen konnte.

Die Temperatur hat einen großen Einfluß auf die Stärke des Magnets. Je mehr man einen Magnet erwärmt, desto schwächer wird seine Kraft. Glühend gemacht und hernach erkaltet, verliert er seine Kraft ganz. Auch der Blitzstrahl benimmt ihm seine Kraft. Dieselbe Kraft entflieht ferner, wenn man den Magnet auf Stein mit Stein schlägt. Bringt man heißes Eisen an den Magnet, so zieht er dieses nicht so stark, als kaltes Eisen. Weißglühendes Eisen zieht er gar nicht mehr.

Sehr merkwürdig war die Entdeckung, daß man auch Magnete verfertigen konnte, ohne dabey irgend einen wirklichen (weder natürlichen, noch künstlichen) Magnet zu Hülfe zu nehmen. Solche Magnete werden ursprünglich künstliche Magnete genannt. Der Engländer Knight strich mit unsäglicher Mühe 240 eiserne Stäbe erst einzeln und hernach vereinigt auf einer harten Unterlage mit einem dicken Stück Eisen wohl sechzig mal von Norden nach Süden. Durch diese aneinander gesetzten Stäbe bekam er ein magnetisches Magazin, womit er in wenigen Sekunden wieder die stärksten Magnete machen und die Pole von starken Magneten schnell umkehren konnte. Derselbe Engländer verfertigte auch biegsame Magnete aus pulverisirtem Magnetstein, Kohlenstaub und Leinöhl.

Herr Waltersdorf brachte zwey über 8 Fuß lange eiserne Stangen herbey, welche durchaus keine Spur von Magnetismus zeigten. Er stieß die eine

derselben mehrere Male vertikal gegen den Boden. Wirklich war sie dadurch zum Magnet geworden. Die andere schlug er mit einem Stück Holz. Auch diese gab darauf magnetische Kraft durch Anziehen von Eisenstücken zu erkennen.

Er machte jetzt seinen Schüler darauf aufmerksam, wie so viele eiserne und stählerne Geräthe und Werkzeuge durch Stoßen, Werfen, Reiben und Erschüttern gleichsam von selbst magnetisch werden, z. B. die Waagbalken, die Bohrer, Feilen, Messer, Scheeren, Zangen rc., wie man vornehmlich bey Metallarbeitern sehen kann. — Kirchenkreuze, fuhr er fort, gleichsam vom Wind und Wetter gestrichen, werden bald magnetisch. Auch durch den elektrischen Funken kann man das Eisen magnetisiren. Der Blitzstrahl, welcher dem Magnet seine Kraft benimmt, kann im Gegentheil wieder Eisen magnetisch machen.

Sieben und sechzigstes Kapitel.

Die Magnetnadel.

Du weißt schon, lieber Ferdinand, aus andern Belehrungen, begann Herr Waltersdorf in der nächsten Stunde, daß man ein Instrument, mit Namen Kompaß mit vielem Nutzen, besonders auf der See, zur Bestimmung der Weltgegenden gebraucht. Dieses Instrument, Fig. 3. Taf. VI., sollst Du jetzt näher kennen lernen.

Magnetnadel heißt ein sehr dünner und leichter künstlicher Magnet, der um den Mittelpunkt

seiner Axe, wo auch sein Schwerpunkt liegen muß, beweglich ist. Er hat nämlich in seiner Mitte ein Hütchen von Messing, oder noch besser, von Achat. Mit diesem Hütchen spielt er ganz leicht auf einer senkrechten stählernen Spitze. Indessen giebt es auch Magnetnadeln, welche in zarten Kettchen von Pferdehaaren, in dünnen Seidenfäden, oder in Spinnenfäden hängen.

Die Magnetnadel muß aus gutem Stahl verfertigt seyn; sie darf keine unnütze Zierrathen und keine Spitzen haben, die außerhalb der Axe liegen. Ihrem Nordpole giebt man ein besonderes Merkmal. Um sie vor äußern Zufällen zu schützen, schließt man sie gewöhnlich in ein mit einem Glase bedecktes Gehäuse ein, und läßt sie über der Mitte einer ebenen Fläche spielen, welche die Windrose (die Himmelsgegenden) oder auch einen in 360 Grad eingetheilten Kreis enthält. So bildet sie den Kompaß oder die Boussole, deren Erfindung man gewöhn-

lich dem Italiener Flavio Gioja zuschreibt, der noch zu Anfange des vierzehnten Jahrhunderts lebte.

Auch die Magnetnadel zeigt, wie alle Magnete, mit ihrem einen Pole nach Norden, folglich mit dem andern nach Süden. Ueberhaupt heißt die Richtung, nach welcher die Magnetnadel hinsteht, wenn sie sich in Ruhe befindet, magnetische Mittagslinie, weil eine Linie, die von Süden nach Norden (oder von Mittag nach Abend) streicht, Mittagslinie genannt wird. Beschreibt man auf einem Tische, den Vormittags und Nachmittags die Sonne bescheint, einen Kreis, richtet man in dem Mittelpunkte dieses Kreises perpendikulär einen Stab auf, der folglich einen Schatten auf den Tisch wirft, bemerkt man dann durch einen Strich die Punkte im Umfange des Kreises, welche Vormittags und Nachmittags von dem Ende des Schattens getroffen werden (wo folglich dieser Schatten gleiche Länge hat, die auf gleiche Entfernung vom Mittage

hindeutet), halbirt man endlich den Kreisbogen, den die bemerkten Striche abschneiden, und zieht man von dem Halbirungspunkte (oder der Mitte jenes Bogens) eine gerade Linie durch den Mittelpunkt des Kreises, so hat man eine astronomische Mittagslinie. Das eine Ende dieser Linie zeigt natürlich nach dem wahren Süden, das andere Ende nach dem wahren Norden hin.

An den wenigsten Orten der Erde fällt die magnetische Mittagslinie mit der astronomischen zusammen, d. h. der Nordpol der Magnetnadel zeigt an den wenigsten Orten genau nach Norden. Setzt man nämlich die Boussole mit ihrer Mitte auf die gezogene astronomische Mittagslinie, so findet man, daß die Nadel nicht genau über der astronomischen Mittagslinie hinstreicht, das sie vielmehr unter einem gewissen Winkel davon abweicht. Der Winkel nun, um welchem das nördliche Ende der Nadel nach Osten oder Westen hin von der wahren Mit-

tagslinie eines Orts abweicht, wird Abweichung oder Declination genannt. Nur ein Paar Stellen auf der Erde giebt es, wo die Magnetnadel genau in die Mittagslinie einspielt. Aber auch diese Stellen bleiben nicht immer in einer und derselben Gegend; sie rücken vielmehr weiter fort, und so ist die Abweichung in jedem andern Orte nicht immer von derselben Größe. In Göttingen ist z. B. die Abweichung ohngefähr 17 Grade westlich (von Osten nach Westen), in Frankfurt am Main ohngefähr 20 Grade westlich. Aber oft verändert sich diese Abweichung in wenigen Tagen, und zwar, wie der Physiker Canton meynt, wegen der Verschiedenheit der Temperatur und der Witterung.

Weiß man z. B., daß die Abweichung 20 Grade westlich ist (und dies erfährt man eben dadurch, daß man den Kompaß mit seinem Mittelpunkte genau auf eine gezogene Mittagslinie stellt), so braucht man nur 20 Grade von Westen nach Osten zurückzuzählen,

um den Punkt des wahren Nordens zu bekommen. Gewöhnlich ist auf dem Kompasse die Abweichung durch einen pfeilförmigen Strich angemerkt, worauf man das nördliche Ende der Nadel hinspielen läßt. Alsdann sieht man (wie Fig. 3. Taf. VI.) auf der Windrose die Richtung des wirklich auch angedeuteten wahren Nordens und die übrigen Himmelsgegenden.

Wenn eine Nadel vor dem Magnetisiren so eingerichtet ist, daß sie vollkommen waagrecht schwebt, folglich genau das Gleichgewicht hat; so wird sie nach geschehenem Magnetisiren an den wenigsten Orten der Erde ihre horizontale Lage beybehalten; sie wird vielmehr mit dem einen Ende sich gegen den Horizont neigen. Der Winkel, welchen sie dann mit der Horizontallinie macht, wird Neigung oder Inclination der Magnetnadel genannt. Auch die Inclination der Nadel ist an einem und demselben Orte immer etwas veränderlich.

Man hat Instrumente erfunden, welche die Größe der Neigung bestimmen. Diese Instrumente, welche Neigungskompasse, Inclinatoria heißen, sind auf folgende Art eingerichtet. Eine Magnetnadel hängt auf Zapfen in einem messingenen Ringe, wie Fig. 2. Taf. VI. Der Ring ist in 360 Grade, oder auch wohl nur der vierte Theil (der Quadrant) desselben in 90 Grade eingetheilt. Hängt man ihn nun so, daß er in die magnetische Mittagslinie einspielt, so zeigt er die Größe der Neigung in Graden an. Es versteht sich von selbst, daß die Nadel des Neigungskompasses vor dem Magnetisiren genau das Gleichgewicht haben mußte.

In dem größten Theile der nördlichen Halbkugel der Erde ist der Südpol der Magnetnadel gegen die Horizontalfläche geneigt, so daß man, um sie stets horizontal zu erhalten, gern ein kleines messingenes verschiebbares Gewicht an ihrem nördlichen Theile anbringt. In dem größten Theile der

südlichen Erdkugel neigt sich der Nordpol der Nadel gegen die Horizontalfläche; da muß also zur Erhaltung des Gleichgewichts der Nadel das kleine Gewichtchen an ihrem südlichen Ende angebracht seyn. Daher müssen die Seefahrer bald das südliche, bald das nördliche Ende der Nadel, mehr oder weniger, mit etwas Wachs belästigen. Nahe am Aequator ist die Neigung nicht sehr merklich; je weiter man nach Norden oder nach Süden kommt, desto größer wird sie. An ein Paar Stellen der Erde, die den Erdpolen nahe sind, steht die Nadel des Inclinatoriums sogar senkrecht. — Eine geringe tägliche (aber regelmäßige) Schwankung der Magnetnadel, die man Variation oder magnetische Ebbe und Fluth nennt, ist in den neuern Zeiten gleichfalls bemerkt worden.

Am natürlichsten erklären wir die Richtung der Magnetnadel nach den Welttheilen, ihre Declination und Inclination dadurch, daß wir annehmen, im

Innern der Erde befinde sich ein großer Magnet (oder die ganze Erde, die Rinde abgerechnet, sey ein Magnet), dessen Axe nicht mit der Erdaxe parallel laufe. Nach den freundschaftlichen Polen dieses Magnets wenden sich nun die Pole unserer Magnetnadeln und unserer übrigen Magnete hin. Zu dem Nordpole des Erdmagnets kehrt sich also derjenige Pol der Magnetnadel hin, welchen wir seiner Richtung nach Norden wegen gleichfalls Nordpol nennen, obgleich er eigentlich, als ein freundschaftlicher Pol jenes Nordpols, Südpol heißen sollte. In der südlichen Hälfte der Erde strebt der Südpol der Nadel (der eigentlich Nordpol heißen sollte) nach dem Südpole des Erdmagnets hin. Fielen die Stellen, worin die Magnetnadel nach keinem von beyden Erdpolen sich neigt, in den Aequator der Erde, so würde auch Erdaxe und Axe des großen Magnets zusammen fallen. Da aber jenes nicht der Fall ist, da die Stellen, worin die Nadel nach keinen von beyden

Erdpolen sich neigt, nicht in dem Aequator fallen, so kann auch die Axe des großen Magnets nicht mit der Erdaxe parallel laufen; folglich schneidet der magnetische Aequator den Erdäquator wahrscheinlich in zwey Punkten. So viel bis jetzt aus den sorgfältigst angestellten Beobachtungen hervorgeht, so macht der magnetische Aequator mit dem Erdäquator einen Winkel von 11 Graden. Nach den Berechnungen des Pariser Astronomen Lalande fällt der nördliche magnetische Pol in den 77sten Grad nördlicher Breite und in den 110ten Grad westlicher Länge; nach Biots und von Humboldts Bestimmungen (für den Pariser Meridian) in die nördliche Breite von 79 Grad, 1 Minute, 4 Sekunden, und in die westliche Länge von 30 Grad, 2 Minuten und 5 Sekunden.

Bedenkt man, daß viele eiserne Geräthe durch Stoßen, Werfen und ähnliche Erschütterungen sich in Magnete verwandeln, und daß jeder horizontal auf-

gehängte Magnet eine Neigung hat; so kann man leicht begreifen, daß dies auch mit den stählernen Waagbalken der Fall seyn muß. Ein solcher Waagbalken kann demnach auch das Gewicht von Körpern nicht ganz richtig angeben. Es wäre wohl der Mühe werth, bey sehr genauen Waagen hierauf Rücksicht zu nehmen.

Die Schwingungen (die Hin- und Herspielungen) der Magnetnadel werden desto schneller, je stärker die magnetische Anziehung ist. Nach den Beobachtungen des berühmten Reisenden Alexander von Humboldt, machte eine Nadel in Peru in 10 Minuten 211 Schwingungen, welche deren zu Paris (also näher einem Pole des großen Magnets) 245 verrichtete.

Zuletzt wurde Ferdinand noch aufmerksam darauf gemacht, wie bequem man jede Magnetnadel gebrauchen kann, um den Nordpol jedes andern Magnets dadurch kennen zu lernen. Derjenige Pol

eines Magnets ist nämlich Nordpol, der den Nordpol der Magnetnadel abstößt, und den Südpol der Nadel anzieht.

Acht und sechzigstes Kapitel.

Vom Indifferenzpunkte und der Theorie des Magnetismus.

Herr Waltersdorf strich mit dem Nordpole eines armirten Magnets über einen eisernen Stab hin. Da wurde nun, wie Ferdinand an einer nahe gehaltenen Magnetnadel wahrnahm, dasjenige Ende des Stabes, wo Herr Waltersdorf den Nordpol des Magnets zuerst aufsetzte, zum Südpol, das andere Ende des Stabes aber zum Nordpol.

Führte er nun den Nordpol des Magnets weiter auf dem Stabe hinaus, so traf er in der Mitte auf einen Punkt, wo der Stab gar keine Polarität mehr zeigte. Strich er weiter nach dem andern Ende des Stabes hin, so wurde das erstere Ende zum Nordpol, und das andere zum Südpol. Die Polarität des Stabes ging also von jenem Punkte an, in die entgegengesetzte über. Der Physiker Brugmanns sowohl, als der Naturphilosoph Schelling und andere Naturforscher nannten diesen Punkt, wo die Polarität des Stabes gleichsam verschwunden und der Stab gegen die Magnetnadel gleichgültig war, den Indifferenzpunkt. Der holländische Physiker van Swinden fand, daß, während des Streichens, die Kraft des abgekehrten Endes anfangs wächst, nachher abnimmt, und daß dies Ende zuletzt die entgegengesetzte Polarität bekommt. Er nannte die Stelle, an welcher der Magnet stehen muß, damit jene Kraft am größten werde, den kulminirenden Punkt.

Worin das eigentliche Wesen der magnetischen Kraft besteht, sagte Herr Waltersdorf, wissen wir noch nicht. Einige Naturforscher dachten sich eine sehr feine Materie, welche sehr schnell um jeden Magnet herumwirbele. Sie ströme, glaubten sie, durch den einen Pol desselben hinein, fahre durch den andern wieder heraus und reisse so alles Eisen mit sich fort, welches ihr im Wege liege. Um aber die Existenz einer solchen feinen ätherartigen Materie gleichsam zu beweisen, pflegten sie auf eine dünne Glastafel, worunter ein Magnet lag, etwas Eisenfeilstaub zu streuen. Die einzelnen Eisenstäubchen kamen dann sehr auffallend in Bewegung und versetzten sich selbst in eine ordentliche wirbelförmige Lage, die den ganzen Magnet umgab, ohngefähr so, wie es Fig. 5. Taf. VI. darstellt. Auf Gold, Silber, Glas, Holz und andere Körper aber soll dieses feine magnetische Fluidum deswegen nicht wirken, weil es durch die Poren derselben, seiner erstaunlichen Feinheit wegen,

ganz frey und ungehindert, wie Wasser durch ein Sieb, hindurchfährt. Es kann sie folglich nicht mit sich gegen den Magnet fortreissen. Bey dem Magnet selbst hingegen sind jene Poren mit ordentlichen, freylich unsichtbaren Klappen versehen, die sich nach einer Richtung öffnen, nach der andern verschließen, folglich nach der einen Richtung den Eingang der magnetischen Materie verstatten, nach der andern ihn verhindern, u. d. gl. m.

Andere Naturforscher dachten sich die magnetische Materie als Schräubchen oder Spiralen, deren Windungen, von einer Spitze aus, immer weiter von einander gingen. Spitze und Spitze, die zusammen kämen, könnten nicht in einander dringen, eben so wenig, wie Oeffnung und Oeffnung. Aber Spitze und Oeffnung würden sich in einander fügen. — Und so erklärte man sich nun das Abstoßen der gleichnamigten und das Anziehen der ungleichnamigten Pole.

Wieder andere Physiker meynten, daß alle Eisen-

theilchen, jedes für sich, wahre Magnete wären, und wegen ihrer unregelmäßigen Lage erst dann magnetische Erscheinungen äußern könnten, wenn sie durch Anhalten eines Magnets, durch Erschütterungen ꝛc. ihre gehörige Lage erhalten hätten. Am besten dient es wohl zur vorläufigen Erklärung, wenn wir, wie in der Elektricität, zwey verschiedene magnetische Materien, eine positive und eine negative, annehmen, die wir mit + M und — M bezeichnen. Diese können sowohl durch Erschütterungen, als durch eine Art von Vertheilung in dem Eisen erregt werden, und dann die verschiedenen magnetischen Erscheinungen bewirken.

Neun und sechzigstes Kapitel.

Noch einige belustigende physikalische Kunststücke.

Zum einstweiligen Schluß der Unterhaltungen über Experimental-Physik lehrte Herr Waltersdorf seinen Schüler noch folgende belustigende und unterhaltende Kunststücke.

XXIX.

„Herr Waltersdorf legte eine kleine Silbermünze „in eine Nußschaale und überschüttete sie mit einem Pulver,

„das er gleich darauf anzündete. Das Pulver verbrannte „äußerst lebhaft. Als er bald nachher die Nußschaale, um „sie abzulöschen, in's Wasser geworfen hatte, da fand es sich, „daß die Münze zu einem Klümpchen zusammengeschmolzen war."

Die Nußschaale war nämlich vorher bis auf die Hälfte locker mit einem Pulver aus 2 Quentchen trocknem Salpeter, 1 Quentchen Schwefel und 5 Gran Harz angefüllt worden. Die hineingelegte Münze wurde wieder mit demselben Pulver bestreut. Beym Anzünden mit einer Kohle entwickelte sich Sauerstoffgas oder reine Lebensluft, die das Verbrennen so sehr beförderte und eine so große Hitze zuwege brachte, daß obige Wirkung erfolgen konnte.

XXX.

„Ein Jäger von Pappe mit beweglichen Armen und Füßen „schlich sich hinter einem Thiere her, und feuerte sein Gewehr „darauf ab, so daß man den Schuß fallen hörte und die „Flamme des entzündeten Pulvers sah."

Das kleine Gewehr, (ein ausgehöhltes Stück Holz, oder eine Federspuhle) war mit feinem gekörnten Schießpulver und etwas Kolophoniummehl gefüllt. Ein eigner Draht ging zu demselben hin, mittelst welchem das Schießpulver durch einen elektrischen Funken auf ähnliche Art entzündet wurde, wie in einer elektrischen Lampe die brennbare Luft entzündet wird. Der eine Leiter. ein kleiner Draht, ging nämlich von dem Ende der Federspule (oder des Gewehrs) in die Schulter des Jägers und von da herab unten zu einem Elektrophor. Der andere Leiter war umgebogen. Er stellte eine Feder am Schlosse des Gewehrs vor, ging von da zum äußersten Umrisse des rechten Arms und von ihm herunter zum Elektrophor. So wie nun Herr Waltersdorf den Elektrophor aufhob und ihn an den Draht brachte, so nahm der Funken auf die bey der elektrischen Lampe bekannte Art den Weg in das Gewehr bey dem Schlosse hinein und entzündete das Pulver. Die Drähte mußten begreiflich isolirt liegen und

durften diejenigen Drähte nicht berühren, die zur Bewegung der Arme und Füße dienten. Leicht wurden übrigens die Drähte sammt dem Elektrophor hinter einer Pappe verborgen, welche ein Gesträuch vorstellte. — Statt des Elektrophors konnte auch eine Kleistische Flasche gebraucht werden.

XXXI.

„Ein Taschenspieler hatte eine durchsichtige Scheibe, „welche an einer Schnur hing und jedesmal die Stunde an „gab, die irgend eine Person aus der versammleten Gesell„schaft gewählt hatte.“

Die Scheibe war nämlich eine sogenannte magnetische Scheibe (die Scheibe mit einem verborgenen Magnet). Nur der Ring, worauf die Stundenzahlen standen, war undurchsichtig. Der angränzende durchsichtige Ring bestand aus einem ebenen oder aus einem nur wenig convexen Glase. Auf der nach den Zuschauern hingekehrten Seite bewegte sich ein eiserner

oder stählerner magnetisirter Uhrzeiger um eine Axse. In dem undurchsichtigen Ringe der Scheibe befand sich ein leichter Ring von Pappe, der an einer Stelle mit einem Magnet versehen war. Um den Rand desselben ging ein Draht herum, der durch den Rand der Scheibe hindurch bis zu dem Haken reichte, woran die Scheibe aufgehängt wurde. Dieser Haken bestand aus zwey gut gearbeiteten auf- und aneinander schliessenden Hälften. Die eine Hälfte des Hakens trug die Scheibe; an die andere Hälfte aber wurde, unter dem Vorwande, die Scheibe aufzuhängen, jener Draht befestigt. Leicht konnte dieses unter einem Quaste der Schnur ganz unbemerkt geschehen. Von da an reichte der Draht bis zu einem Gehülfen hinter der Wand.

Wegen der Durchsichtigkeit der Scheibe konnte der Gehülfe den Zeiger auf der Uhr recht gut beobachten. Er wußte daher, wie weit er den Draht hervorzuziehen hatte, um den Zeiger auf diese oder jene gewählte Stunde dadurch zu führen, daß er den Magnet im

Pappringe fortrückte. Diesem folgte natürlich der freundschaftliche Pol im magnetischen Zeiger, also auch der Zeiger selbst. — Wurde dem Taschenspieler die Stunde leise in's Ohr geflüstert, so wartete der Gehülfe blos das zuvor verabredete Zeichen des Taschenspielers ab Den Zeiger ließ er unterdessen vor- und rückwärts gehen.

XXXII.

„Bey demselben Taschenspieler kam ein kleiner Krämer „aus einem Häuschen und brachte das von einer Person ver- „langte Gewürz heraus.“

Eine um ihre Axe bewegliche Scheibe von leichter Pappe oder von dünnem Holz lag mit ihrem Mittelpunkte auf dem Kopfe einer wohl geschliffenen Nadel. In der Richtung des Durchmessers der Scheibe war in derselben eine $\frac{1}{4}$ Zoll breite Leiste angebracht. An dem einen Ende dieser Leiste befand sich ein magnetisirtes Eisen- oder Stahlstück. In dem Wirkungs-

kreise desselben war der Boden eines Kastens, wie die Oberfläche eines Tisches, nur 1 Linie bis $\frac{1}{8}$ Zoll dick angebracht. Gerade dem magnetischen Metallstücke gegenüber lag in dem Krämerhause auf der entgegengesetzten Seite der Pappscheibe ein Stückchen Bley, das dem Magnete auf der andern Seite der Leiste das Gleichgewicht hielt, damit er zwar geführt, aber nicht herabgezogen werden konnte. Auf der Scheibe kamen wohl 16 leichte einander völlig ähnliche Figuren zu stehen, welche den Krämer vorstellen mußten. Die eine Figur hatte nichts in der Hand; die andere hatte etwa eine leere Dute; die zweyte ein Papier mit Zucker, die dritte eine Dute mit Kaffee; die vierte ein Papier mit Chokolade; u. s. w.

Wenn nun der Gehülfe, welcher recht gut sehen konnte, unter seinem Teppich die Scheibe im Tische drehte, so kam zwar immer eine andere Figur, aber doch immer der Krämer mit der gewählten Waare zum Vorschein. So wie der kleine Krämer abtrat, warf

er immer die Thür hinter sich zu. Auf der untern Seite des Tisches waren nämlich dem Magnete drey Stellungen gegeben, um dadurch die Thür mit drey Schlägen verschließen zu können. Diesem Magnet entsprach ein anderer in dem Krämerhäuschen, welcher durch ihn jedesmal seine bestimmte Stellung erhielt.

Man sieht übrigens aus dem Kapitel über magnetische Spielwerke deutlich genug, wie man durch einen verborgenen Magnet nicht blos Stellungen von beweglichen Dingen, z. B. von beweglichen Figuren verändern, sondern auch bewegliche Theile von Dingen zu einer beliebigen Bewegung, z. B. den Kopf einer Figur zum Nicken bringen kann. Nimmt man dabey noch Hebel und Federn zu Hülfe, so lassen sich dadurch die Kunststücke noch vervielfältigen.

XXXIII.

„Endlich zeigte Herr Waltersdorf seinem Schüler „noch ein interessantes Kunststück, das eigentlich zur Lehre

„vom Schwerpunkte gehörte und welches er (seit der Erschei-
„nung des ersten Theiles) jetzt erst selbst kennen gelernt hat-
„te. Nämlich ein Kreuzer (oder eine andere kleine Münze)
„tanzte mit seinem Rande auf einer Nadelspitze.“

Herr Waltersdorf steckte nämlich oben in den Kork einer Bouteille eine Nähnadel mit ihrem Oehrende fest ein, so daß die Spitze emporstand. In die eine Grundfläche eines andern Korkstopfen drückte er den Kreuzer bis zur Hälfte ein; in die krumme Seitenfläche dieses Korks aber steckte er zwey Gabeln einander gegenüber unter einem spitzigen Winkel ein, so daß die Gabelhefte nach derjenigen Seite herunterhingen, nach welcher der Kreuzer aus dem Stopfen hervor stand. Setzte er nun den Rand des Kreuzers auf die Nadelspitze, so blieb er gleich darauf stehen und balancirte mit der ganzen Vorrichtung. Man konnte aber auch die Gabeln durch Stöße oder durch Blasen mit dem Munde in Bewe-

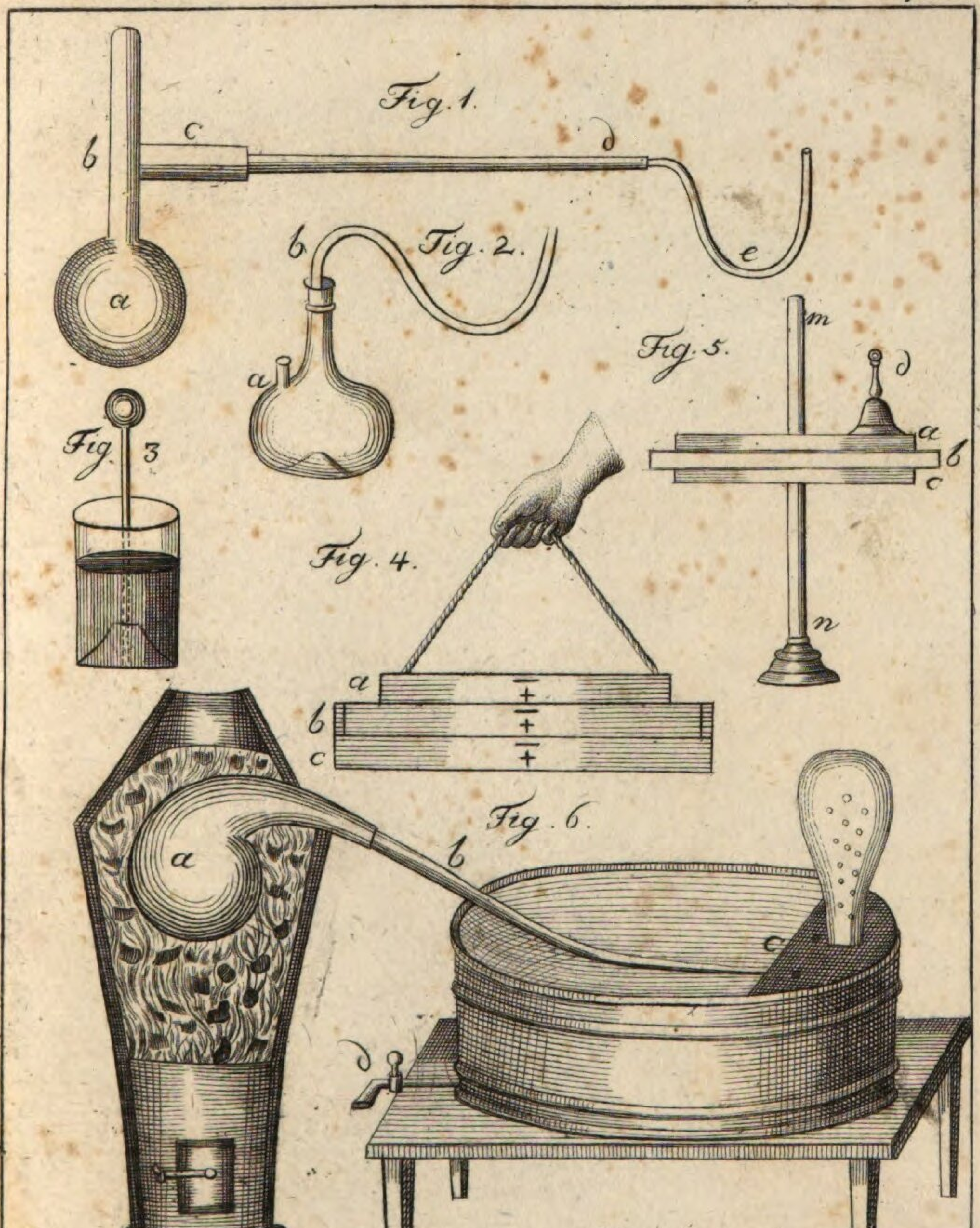
gung setzen. Alsdann drehte sich oder tanzte der Kreuzer auf der Nadelspitze herum, ohne daß die Vorrichtung abfiel.

* * *

So endigte nun Herr Waltersdorf den bisherigen Unterricht, weil der anbrechende Frühling Geschäfte herbeyführte, die den Anfang eines Unterrichts über andere Gegenstände der Natur auf eine gelegenere Zeit verschoben.

Druck und Papier von C. L. Brede in Offenbach.

Taf I



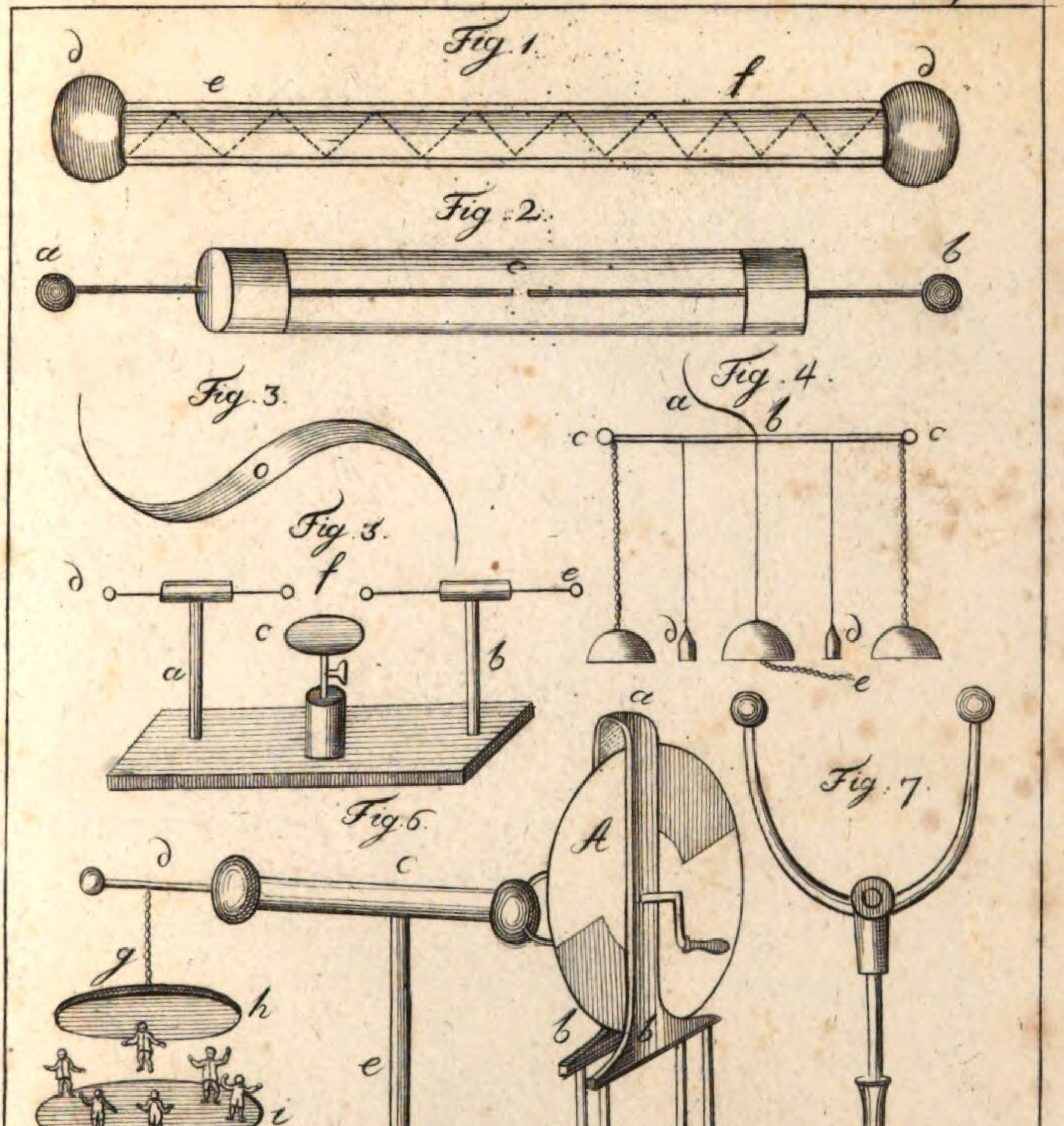
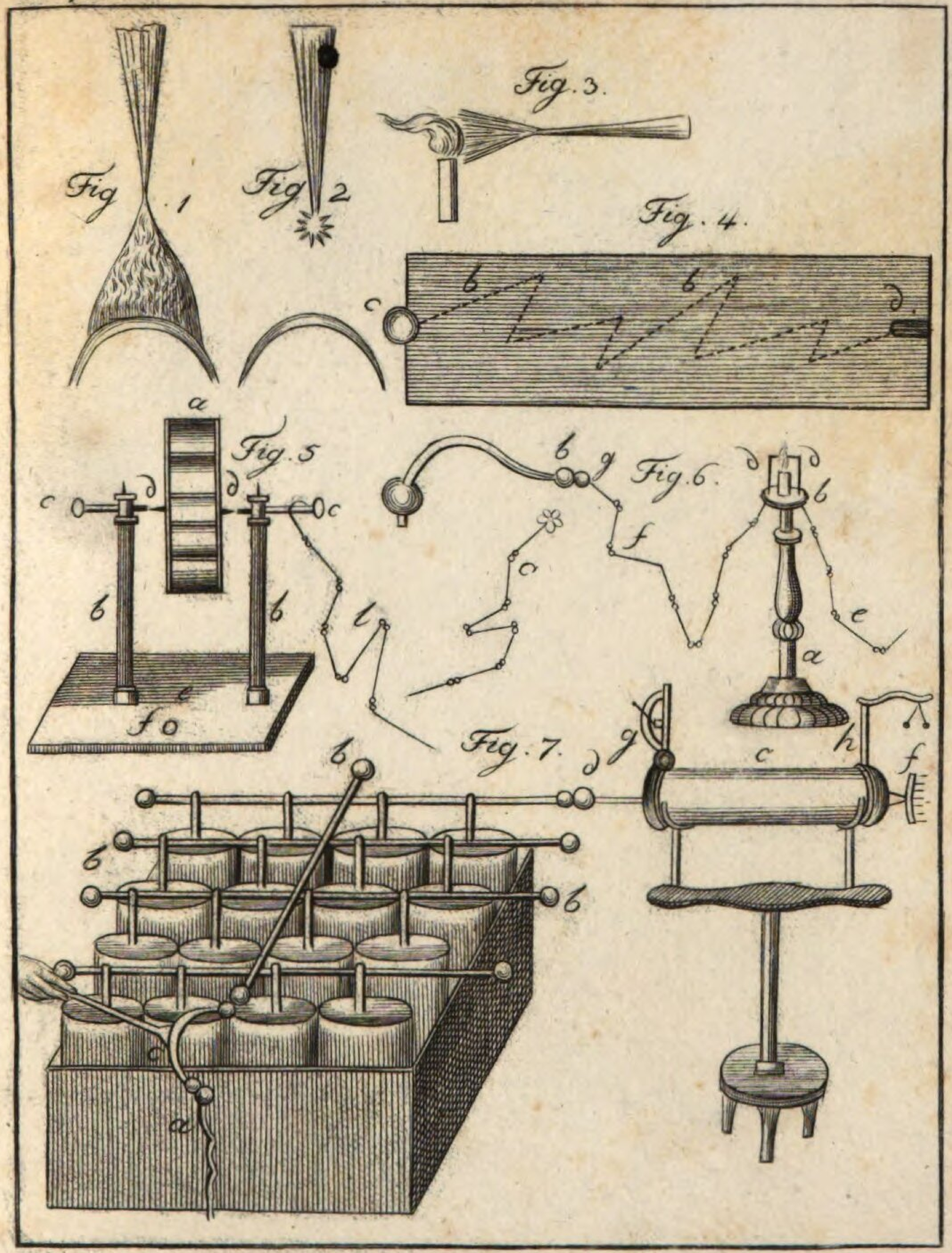
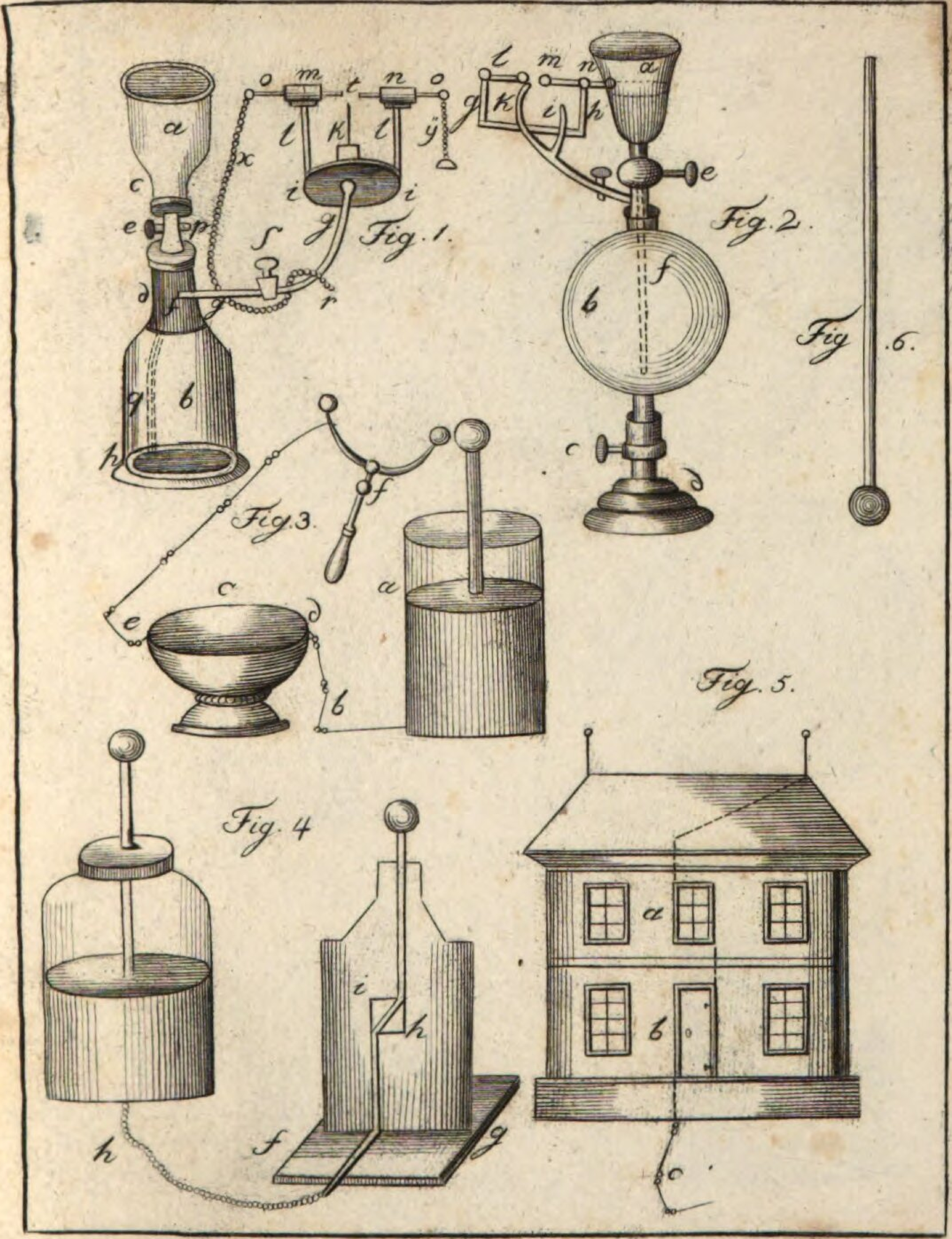


Fig. 1.
d
e
f
d
Fig. 2.
a
c
b
Fig. 3
o
Fig. 4.
a
b
c
c
d
d
e
Fig. 3.
d
f
e
c
a
b
a
A
Fig. 6.
d
c
g
h
i
e
b
b
f
f
Fig. 7

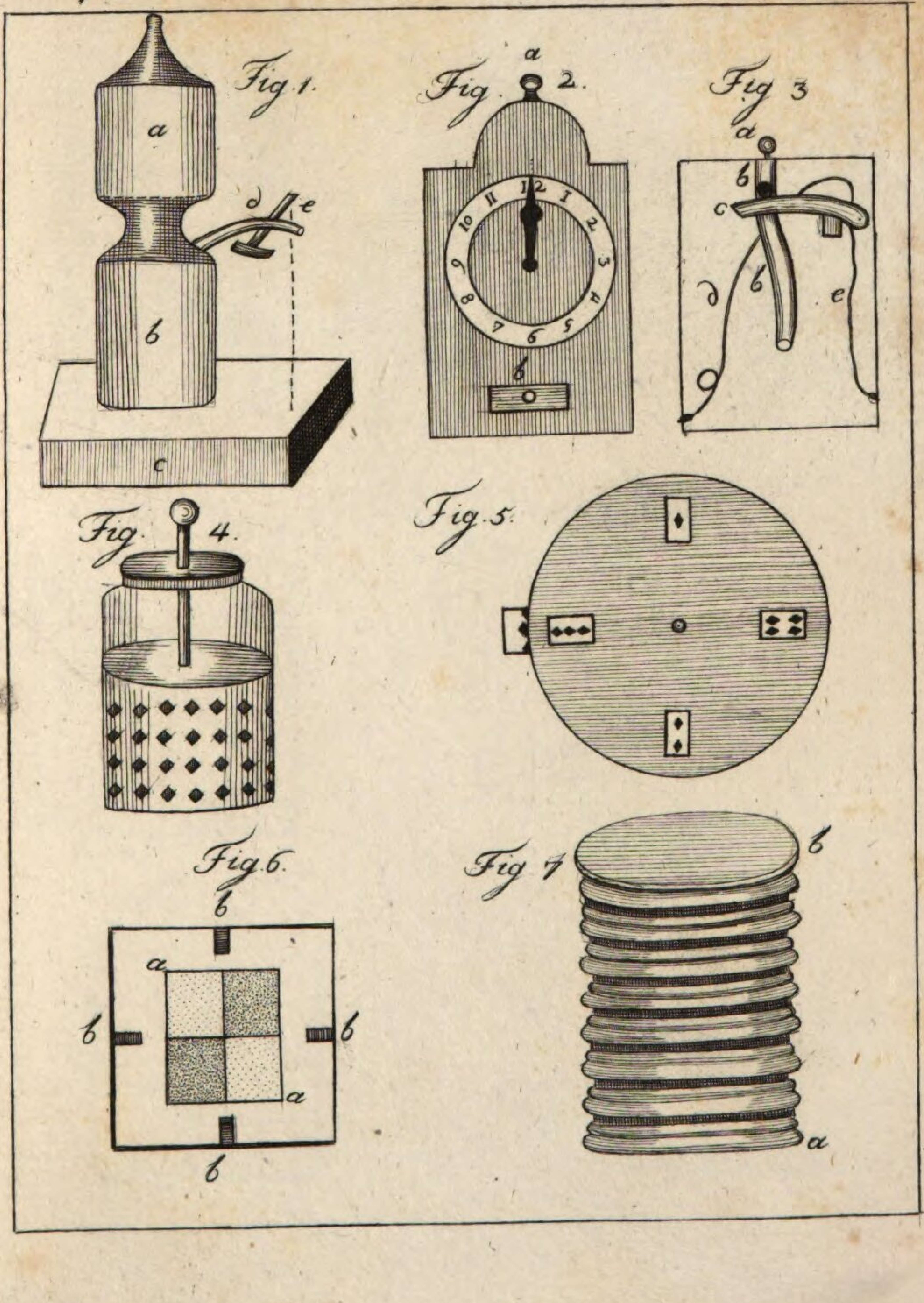
Taf. III



Taf. IV.



Taf V



Taf. VI.

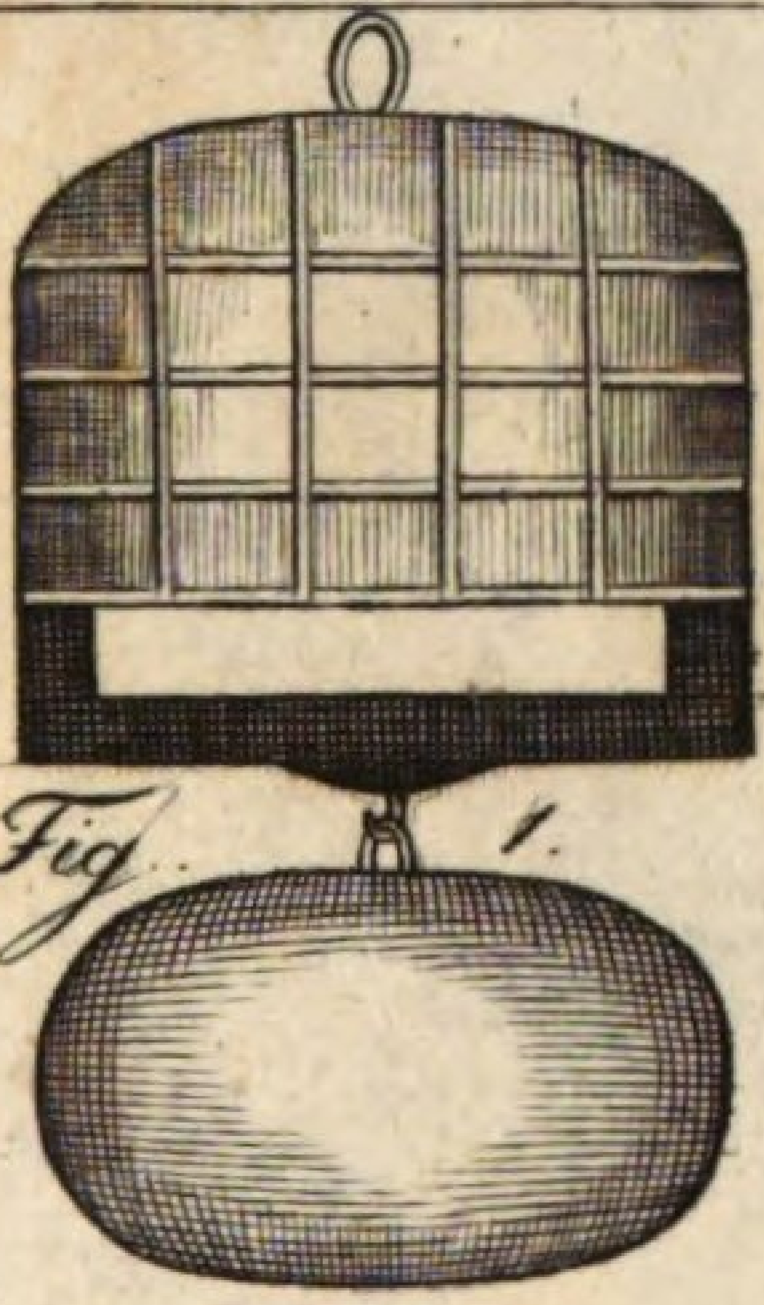


Fig. 1.

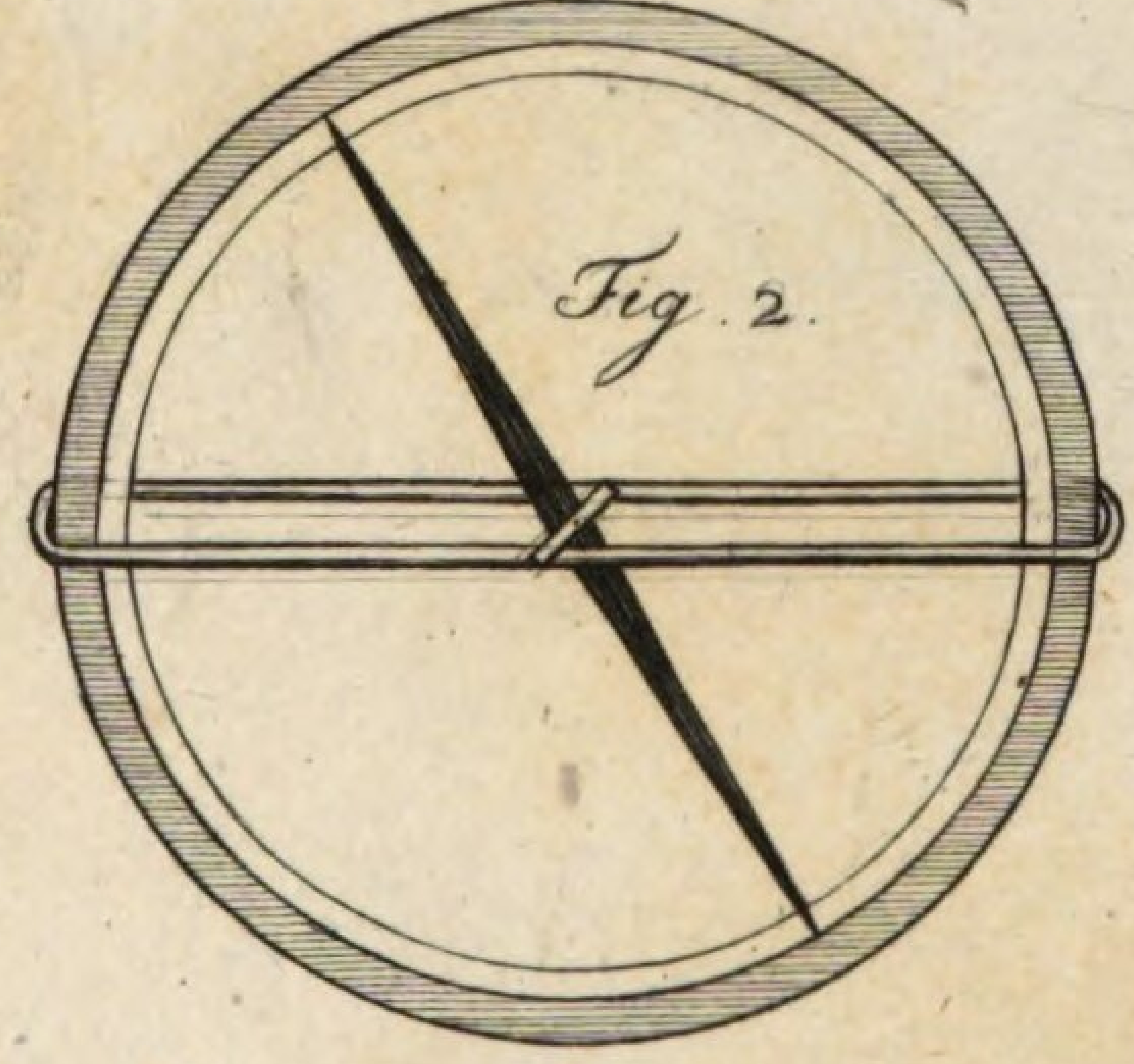


Fig. 2.

Fig. 3.

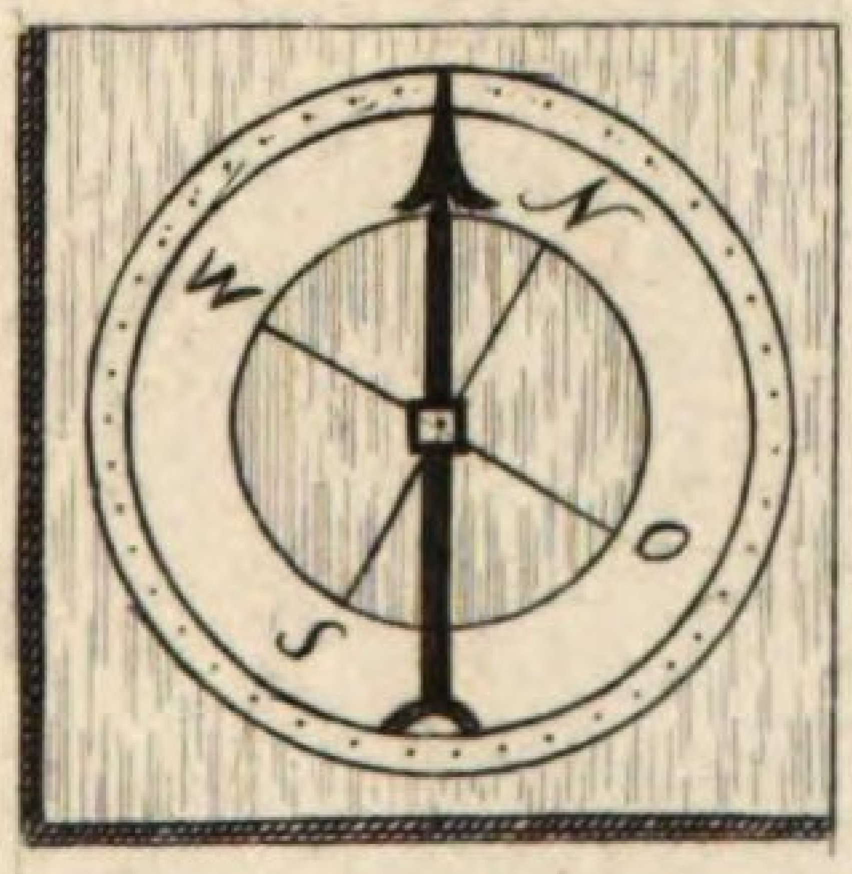


Fig. 4.

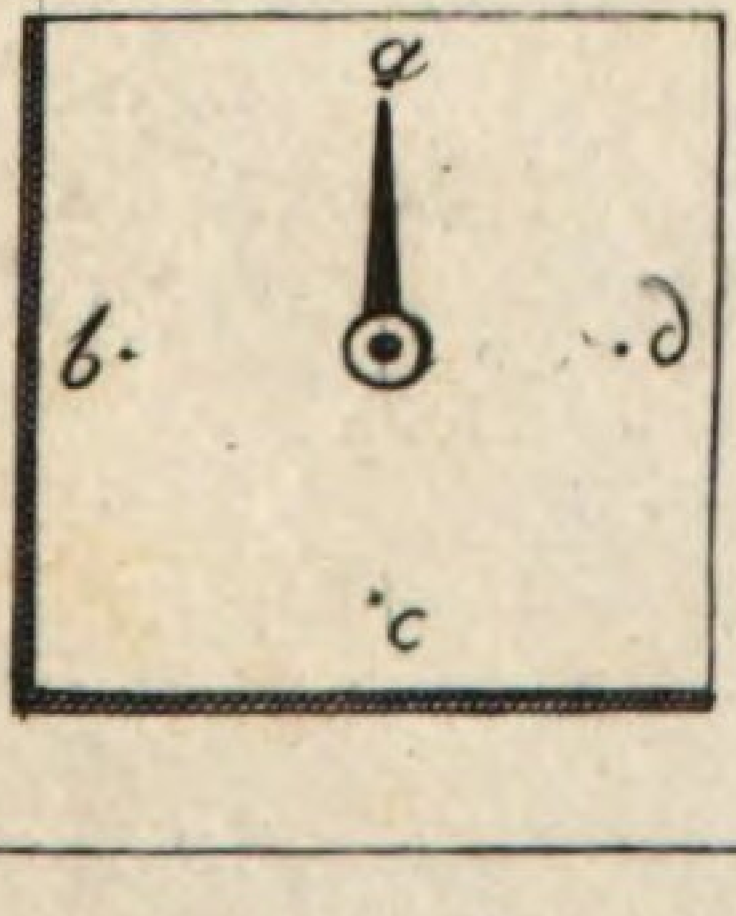
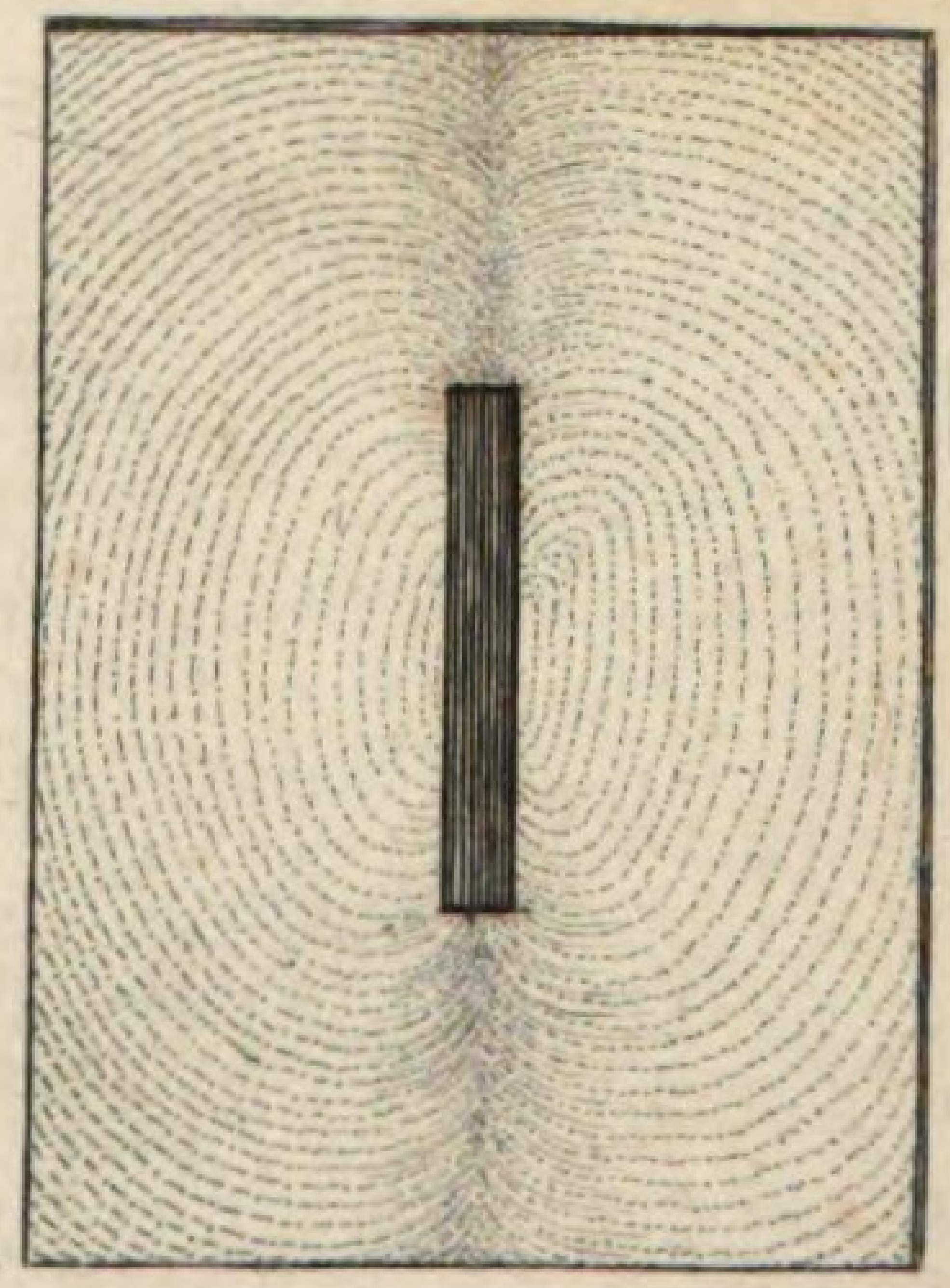


Fig. 5.



XXXX XXX (1-8) III. 89

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Poppe, Johann Heinrich Moritz von

Der physikalische Jugendfreund oder faßliche und unterhaltende Darstellung der Naturlehre mit der genauesten Beschreibung aller anzustellenden Experimente, der dazu nöthigen Instrumente, und selbst mit Beyfügung vieler belustigenden physikalsichen Kunststücke
Bd.: 4

Frankfurt am Mayn 1815

Phys.g. 356 l-4
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10137924-8